

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-318470

**(43)Date of publication of application : 15.11.1994**

(51)Int.Cl.

H01M 14/00

H01M 8/22

H01M 10/36

(21)Application number: 06-024548

(71)Applicant : HUGHES AIRCRAFT CO

(22)Date of filing : 22.02.1994

(72)Inventor : LUDWIG FRANK A

(30)Priority

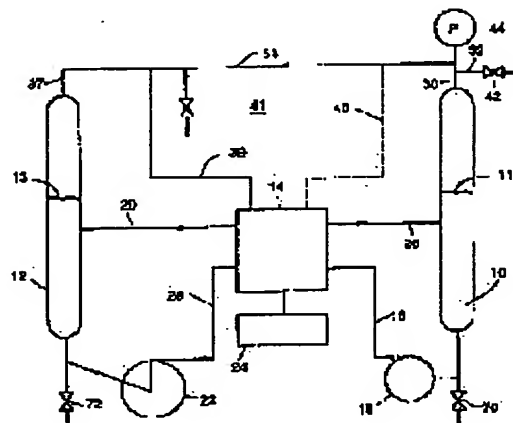
Priority number : 93 21417      Priority date : 22.02.1993      Priority country : US

**(54) ACID-BASE CONCENTRATION CELL FOR ELECTRIC POWER GENERATION**

**(57)Abstract:**

**PURPOSE:** To provide a high electric power system which is sufficient for supplying power to a drive coupled motor of an electric vehicle through the use of acid and base by providing an acid electrolyte vessel, containing an acid electrolyte and a basic electrolyte vessel containing a basic electrolyte.

**CONSTITUTION:** In an electric power system constituting an acid electrolyte vessel 10 and a basic electrolyte vessel 12, the vessel 10 and 12 are placed outside a power cell 14. An acid electrolyte and a base electrolyte accumulated in the vessels 10 and 12 may be an arbitrary pair of electrolytes, whose concentrated aqueous solution containing their common salt has a melting point of about 0 to 100°C and sufficient acid and basic strength for supplying a cell voltage of about 1 volt. Since this voltage can normally be obtained with respect to a pH difference of around 13 at temperatures of about 100°C, acid and base having a pH difference of 8 to 26 are used. A high power system sufficient for supplying power to a drive coupled motor of an electric vehicle is thereby provided.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

22.08.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the dismissal  
examiner's decision of rejection or application  
converted registration]

[Date of final disposal for application]

**30.06.1998**

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**CLAIMS**

---

[Claim(s)]

[Claim 1] It appears in being an acid electrolyte container containing the acid electrolyte which has the 1st pH, and a base electrolyte container containing the base electrolyte which has the (b) 2nd pH, and the difference of the 1st pH and the 2nd pH generating a cell electrical potential difference enough. (a) A certain base electrolyte container, (c) The anode plate room which is the hydrogen-ion-concentration power cell by which an acid and base depolarization were carried out, and contains the (i) aforementioned base electrolyte, (ii) The cathode room containing said acid electrolyte and a hydrogen ion (iii) are consumed. The hydrogen ion reaction cathode arranged in said cathode interior of a room by which the particle and the consumed acid solution by which hydrogen gas or others was returned are generated during generating of said power in said cathode, (iv) The particle and the consumed base solution with which it is the hydrogen consumption anode plate arranged in said anode plate interior of a room, and a hydrogen ion or others oxidized are generated during generating of said power in said anode plate. Said cathode and anode plate externally from said cell for generating of the current between them A connectable hydrogen consumption anode plate, (v) The ion-exchange diaphragm arranged between said anode plate rooms and said cathode rooms; (vi) The acid electrolyte inlet port where said acid electrolyte is introduced all over said cathode room from said acid electrolyte container, A concentration power cell including the base electrolyte inlet port where said base electrolyte is introduced all over said anode plate room from said base electrolyte container, (vii) (d) A means to transport an acid electrolyte to said acid electrolyte inlet port from said acid electrolyte container, (e) A means to transport a base electrolyte to said base electrolyte inlet port from said base electrolyte container, (f) A means to transport the acid solution consumed by said acid solution container from said cathode room, (g) Power generation system including a means to transport the base solution consumed by said base solution container from said anode plate room, a means to transport said hydrogen gas to said anode plate from the (h) aforementioned cathode, and a means to supply the power generated in the (i) aforementioned cell to an external system.

[Claim 2] Said difference between the 1st pH and the 2nd pH is power generation system according to claim 1 which is about 8 thru/or 26.

[Claim 3] the aqueous solution with which said acid electrolyte was condensed, said base electrolyte, and its common salt -- about 0 -- or -- Power generation system according to claim 1 which has the melting point of 100 degrees C.

[Claim 4] Said ion-exchange diaphragm is power generation system according to claim 1 which consists of a two-layer cation diaphragm constituted from the cation-exchange diaphragm and strong acid cation-exchange diaphragm by which the crossover link was carried out by weak acid, high concentration, or altitude.

[Claim 5] Said base electrolyte is supplied by the ratio of two-mol water to an one-mol sodium hydroxide, and said acid electrolyte is one-mol  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ . And power generation system according to claim 1 supplied by the ratio of a three-mol phosphoric acid to one-mol water.

[Claim 6] Power generation system including the means which carries out the recharge of said power cell so that said acid electrolyte and said base electrolyte may furthermore be reproduced according to claim 1.

[Claim 7] It is the power generation system according to claim 1 by which said consumed acid solution container is arranged in said acid electrolyte container, and recycling of said consumed acid solution is carried out to an acid electrolyte container from said power cell.

[Claim 8] It is the power generation system according to claim 7 by which said consumed base solution container is arranged in said base electrolyte container, and recycling of said consumed base solution is carried out to a base electrolyte container from said power cell.

[Claim 9] Said acid electrolyte container is power generation system including a means to introduce a new acid electrolyte into said acid electrolyte container according to claim 1.

[Claim 10] Said base electrolyte container is power generation system including a means to introduce a new base electrolyte into said base electrolyte container according to claim 9.

[Claim 11] Said acid electrolyte container is power generation system including a means to remove the acid solution consumed from said acid electrolyte container when filled with the acid solution with which said container was consumed, and to introduce a new acid electrolyte according to claim 7.

[Claim 12] Said base electrolyte container is power generation system including a means to remove the base solution consumed from said base electrolyte container when filled with the base solution with which said container was consumed, and to introduce a new base electrolyte according to claim 8.

[Claim 13] Said acid electrolyte container is power generation system including a means to remove the acid solution consumed from said acid electrolyte container when filled with the acid solution with which said container was consumed, and to introduce a new acid electrolyte according to claim 12.

[Claim 14] Power generation system including a means to control the temperature of said system for said acid electrolyte container and said base electrolyte container by cooling Si and it furthermore according to claim 1.

[Claim 15] Said external system is the power generation system containing one or more electric motors which exist all over an electric vehicle according to claim 1.

[Claim 16] An acid and a base depolarization hydrogen-ion-concentration power cell are prepared. (a) This power cell (i) The anode plate room containing a base electrolyte, and the cathode room containing the (ii) acid electrolyte, The hydrogen ion reaction cathode by which the particle and the consumed acid solution by which it is the hydrogen ion reaction cathode arranged in said cathode interior of a room, the hydrogen ion was consumed, and hydrogen gas or others was returned are generated during generating of power in said cathode, (iii) (iv) The particle and the consumed base solution with which it is the hydrogen consumption anode plate arranged in said anode plate interior of a room, and a hydrogen ion or others oxidized are generated during generating of said power in said anode plate. Externally said cathode and anode plate from said cell for generating of the current between them A connectable hydrogen consumption anode plate, (v) The ion-exchange diaphragm arranged between said anode plate rooms and said cathode rooms, (vi) The acid electrolyte inlet port where said acid electrolyte is introduced all over said cathode room from said acid electrolyte container, It has the base electrolyte inlet port where said base electrolyte is introduced all over said anode plate room from said base electrolyte container. (vii) (b) Introduce an acid electrolyte into said power cell from said acid electrolyte container, and a base electrolyte is introduced into said power cell from the (c) aforementioned base electrolyte container. (d) Said acid and a base electrolyte are made to react in said power cell so that power, the consumed acid solution, and the consumed base solution may be generated. (e) Remove the acid solution consumed from said power cell, and the base solution consumed from the (f) aforementioned power cell is removed. (g) How to supply power to the external system containing the step which moves hydrogen gas to said anode plate from said cathode, and supplies power to said external system from the (h) aforementioned power cell.

[Claim 17] Said consumed acid solution is the electric power supply approach according to claim 16 by which recycling is carried out to said acid electrolyte container.

[Claim 18] Said consumed base solution is the electric power supply approach according to claim 17 by which recycling is carried out to a base electrolyte container.

[Claim 19] It is the electric power supply approach according to claim 17 which said consumed acid solution is removed from said acid electrolyte container when filled with the acid solution with which said acid electrolyte container was consumed, and is permuted by the new acid electrolyte.

[Claim 20] Said removed consumption acid solution is the electric power supply approach according to claim 19 processed electrically [ in order to form said new acid electrolyte and a new base electrolyte ].

[Claim 21] It is the electric power supply approach according to claim 18 which said consumed base solution is removed from said base electrolyte container when filled with the base solution with which said base electrolyte container was consumed, and is permuted by the new base electrolyte.

[Claim 22] Said removed base solution which was consumed is the electric power supply approach according to claim 21 processed electrically [ in order to form said new base electrolyte ].

[Claim 23] Said consumed acid solution is the electric power supply approach according to claim 21 which is removed from said acid electrolyte container and permuted by the new acid electrolyte at the time of \*\* filled with the acid solution with which said acid electrolyte container was consumed.

[Claim 24] Said external system is the electric power supply approach containing one or more motors in an

electric vehicle according to claim 16.

[Claim 25] Said power cel is the electric power supply approach according to claim 16 of operating at the temperature of -20 degrees C thru/or +120 \*\* within the limits.

[Claim 26] The electric power supply approach according to claim 16 which carries out the recharge of said power cel so that said acid electrolyte and a base electrolyte may furthermore be reproduced.

[Claim 27] Said concentration power cel is power generation system including a means to introduce said hydrogen gas a means to remove hydrogen gas from a cathode room, and all over said anode plate room according to claim 1.

[Claim 28] Said concentration power cel is power generation system including two or more hydrogen ion reaction anode plates and cathode by which the laminating was carried out according to claim 1.

[Claim 29] Said ion-exchange diaphragm is power generation system according to claim 1 which enables the hydrogen gas generated in said cathode to pass in said anode plate room through said diaphragm from said cathode room.

---

[Translation done.]

**\* NOTICES \***

**JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.**

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

**DETAILED DESCRIPTION**

---

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the electric power system which is used in order to supply electric power to the electric motor which exists in power generating for electric vehicles, and such an automatic in the train one general especially and in which a recharge is possible. About the acid and base concentration cell for using especially this invention, when supplying electric power to external systems, such as a vehicle of an electric vehicle and others, the acid and base electrolyte for cells are accumulated in an external tank, and it circulates through them on a cell if needed. This invention relates to application of the arbitration as which the power source in which an energy density high again, high power flux density, and a recharge are possible, and in which \*\*\*\*\* is possible again is required.

[0002]

[Description of the Prior Art] In the design of an electric vehicle, a dc-battery or a fuel cell is mainly thought. In order for the electric vehicle to be actually effective, it is important that the dc-battery or fuel cell which has a sufficient energy density and power flux density is developed. The energy density of a dc-battery determines the range or distance which an automobile can drive between recharges. In another side, power flux density determines available power as acceleration and a high-speed drive. It is important for the dc-battery or fuel cell used in order to supply electric power to the drive connection motor in an electric vehicle to have both a high energy density and power flux density.

[0003] Generally electric power is supplied to an electric vehicle by lead and the acid dc-battery. Such a dc-battery is heavy, and when used in the high depth of the discharge demanded in order to provide an electric vehicle with most range, it has the cycle life restricted comparatively. Even in the high depth of discharge, the low energy density of lead and an acid dc-battery provides a small van only with the range of about 50 miles. Furthermore, the recharge of lead and an acid dc-battery is a comparatively slow process which requires the dc-battery charging equipment which must be connected to a power source. The power source with another possibility, such as a sodium-sulfur dc-battery, is proposed. However, there is a problem that these selves and a sodium-sulfur dc-battery must operate at an elevated temperature in the ingredient used in such a dc-battery.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Usually, it is desirable to offer the dc-battery or fuel cell which can be refueled quickly, without passing, carrying out a recharge or being dependent on the usual dc-battery recharge system. Moreover, it is cheap, and is general and it is desirable for it to be based on a time, and for there to be no fear of contamination, and to refuel using non-explosivity and the liquid chemically stabilized in incombustibility. Furthermore, in order for both energy density and power flux density to attain an operating characteristic permissible [ with automobile specification ], i.e., acceleration, present full speed, and the present range, it is desirable to provide to supply electric power to the drive connection motor of an electric vehicle with an electric power system high enough.

[0005] The possible usage of others of this invention includes all application for which the rechargeable battery or fuel cell other than an electric vehicle can be used. Some of such usage is accumulation of electricity for a remote place power source, an aircraft dc-battery, a military dc-battery, and use peak powers.

[0006]

[Means for Solving the Problem] According to this invention, the electric power system which supplies electric power to external systems, such as one or more electric motors which appear in dc-battery-like the energy density and power flux density of a fuel cell attaining permissible acceleration, a rate, a life, and the

range to an electric vehicle enough, and are all over a certain electric vehicle, is offered.

[0007] By using an acid and a base, this invention does not offer the power for a dc-battery or fuel cells, and is not carried out until now. This invention is based on the acid and the base depolarization hydrogen-ion-concentration power cell by which an acid and a base are accumulated by dissociating from a power cell into the are recording equipment of an external container. An electrolyte is moved to a power cell if needed, in order to generate the electrical and electric equipment. It is removed and the acid solution and the base solution consumed partially which was generated in the power cell and which is consumed partially are moved so that a container may be separated. That is, as for the solution (it is henceforth called a consumption solution) consumed partially, it is desirable that recycling is carried out to each of those electrolyte containers. Consumption of all acids and base electrolytes fills up a power cell by filling up a container with a new electrolyte. This can be performed by two approaches. (1) When a consumption solution is recycled and returned to an electrolyte container, a supplement process removes the solution first consumed from the container, and the recharge of the; (2) power cell which re-fills up an are recording container with new acid and base electrolyte can be carried out by the same approach as a dc-battery being charged by external charging equipment. It circulates through the consumed solution through a power cell until the original concentration of them is recovered.

[0008] As a description of this invention, the dimension of an acid and a base are recording system container can be chosen so that it may provide in any range for which it asks to an automobile. The only limit to the range of an electric vehicle is the dimension of an electrolyte container. As another description of this invention, the recharge of the power cell equipped with the external electrolyte container can be easily carried out by only filling up a container. A supplement of a container can be attained by carrying out the recharge of the electrolyte in a system electrically from those consumed each acids and a base solution. That is, the acid and base solution which were consumed can be discharged from a system, and a container can be filled up with a new electrolyte.

[0009] When the consumed solution is discharged from a system and filled up with an electrolyte with a new container, these electrolytes can be generated by some approaches. First, it is cheap and a certain acid produced by the current mass, the base, and the salt are used in the chemical industry very in large quantities. The phosphoric acid and the sodium hydroxide are cheap, and are the example of the desirable acid mass-produced and a base pair. The sodium phosphate which is the consumed consequent solution which is discharged from a system as shown in the following formulas (3) is a salt cheap again mass-produced. These three chemicals are used for many various purposes very in large quantities in the current chemical industry. Each chemical is sold at a low bulk price. Therefore, the new electrolyte reached and consumed can be dealt with in the current commercial scene of a fundamental chemical plant.

[0010] The 2nd source of a new electrolyte is the electric recharge of the consumption salt to the new acid and new base in a fixed power cell of an electric useful grid in non-peak time. These fixed power cells are very similar to the electric vehicle cell. However, it is that one advantage can be optimized [ in / to a recharge / when two electric power systems are used, an electric vehicle power cell can be optimized in a design and costs to discharge of power, and / in a fixed power cell / a design and costs ].

[0011] Another description and the additional advantage of the above of this invention and a large number will be understood still better by referring to the following detailed explanation and accompanying drawings.

[0012]

[Example] In drawing 1, the electric power system of the desirable example by this invention is shown roughly. Especially an electric power system fits the use for supplying electric power to the electric motor used in the drive connection section of an electric vehicle good. The power flux density of a power cell is enough to give sufficient acceleration for an automobile, and use of the external electrolyte container by this invention offers an energy density required to offer sufficient range for an automobile.

[0013] Although the electric power system by this invention is especially designed to the use at the time of electric supply of an electric vehicle, this contractor will understand that this electric power system is effective in the situation of arbitration that the electric power system which has comparatively high power flux density and a comparatively high energy density and in which a recharge is possible is needed. Therefore, an electric power system may not be limited to the use relevant to the electric motor used as a part of electric vehicle drive connection section, but it may be used in the wide range application as which a power output high again is required over long duration.

[0014] When drawing 1 is referred to, an electric power system contains the acid electrolyte container 10 and the base electrolyte container 12. Both acid electrolyte container 10 and base electrolyte container 12

are arranged on the outside of the power cell 14. the acid electrolyte and base electrolyte which were accumulated in each of those containers 10 and 12 -- the condensed water solution of electrolyte pairs and those common salts -- abbreviation 0 -- or -- It can be the electrolyte pair of the arbitration which has the melting point near 100 degree C, and has a sufficient acid and basic strength to supply the cell electrical potential difference of about 1 volt. This electrical potential difference is usually abbreviation. It is possible to be obtained to pH difference of a near [ 13 ] at the temperature of 100 degrees C. According to this invention, it is abbreviation. An acid and a base with pH difference of 8 thru/or 26 are used. Generally, an acid electrolyte is a BURONSUTEDDO (Bronsted) acid and a base electrolyte is a BURONSUTEDDO base. The vocabulary a "BURONSUTEDDO acid" means the acid characterized by the inclination which emits a proton in here, and the vocabulary a "BURONSUTEDDO base" means the base characterized by the inclination to receive a proton. Although such an acid electrolyte and a base electrolyte pair are not limited to it The :1. phosphoric-acid-sodium hydroxide, potassium, or lithium 2. sulfuric-acid-sodium hydroxide containing what was shown below, A potassium, a lithium 3. methansulfonic acid-sodium hydroxide, or a potassium 4. truffle RUORA methansulfonic acid-dibasicity AMMUNIUMU orthophosphate 5. fluoroboric acid-sodium-hydroxide 6. trifluoro methansulfonic acid-sodium hydroxide, In the case of 8. trifluoro methansulfonic acid-ethylamine 9. trifluoro methansulfonic acid-ammonia some a lithium or the potassium 7. methansulfonic acid-3rd orthochromatic sodium phosphate -- the mixture of an acid -- and -- or it is effective to use the mixture of a base. For example, in order [ which mixes a phosphoric acid and a sulfuric acid ] to form an acid electrolyte, to depend especially or to form a base electrolyte, an advantage is acquired by mixing a sodium hydroxide and a potassium hydroxide. Such mixture is contained in the vocabulary "the acid electrolyte" and the "base electrolyte" which are used here.

[0015] These pairs differ from the acid and the base pair to actuation of a thermoelectricity chemistry system in Differential pH and the heat ability to regenerate of an acid and a base resultant. These acids and base pairs have the differential pH above about eight, and cannot reproduce it thermally under the upper limit regenerating temperature which actually operates, and a condition. Some of a pair of above-mentioned lists are stable only at low temperature. For example, it is predicted that hydrogen returns a sulfuric acid at the temperature above 50 degrees C.

[0016] Actuation of the thermoelectricity chemistry system used since an acid and a base electrolyte generally generate the electrical and electric equipment is a U.S. Pat. No. 4,738,904 specification and the 4,810,596th. It is indicated by the number specification at the detail and both patents are owned by these people. The contents of these two patent specifications are referred to with other patents and bibliography in this specification.

[0017] The reaction of all acid and base pairs is represented by the example of a phosphoric-acid-sodium hydroxide. The electrochemical reaction in an electrode is shown by the following formulas (1) and (2). It sets to cathode and is :H3 PO4+Na++H2 O+e- .-> 1/2H2+NaH2 PO4+H2 O (1)

H2 generated in cathode It circulates to the anode plate where it is consumed. In anode plate: OH-+1/2H2 -> H2 O+e- (2)

The pure reaction shown in the following formulas (3) is :H3 PO4+NaOH which shows that an acid and a base react and a salt is generated. -> NaH2 PO4+H2 O (3)

Therefore, generally in cathode, a hydrogen ion is consumed and the particle to which hydrogen gas or others was returned is generated. The particle to which a hydrogen ion or others oxidized in the anode plate on the other hand is generated.

[0018] It sets to an electrode and an acid is high H+. Concentration is offered. H+ generated in the anode plate High-concentration OH - It is low maintained by reacting immediately and forming water. H+ The difference of concentration offers a cell electrical potential difference from two hydrogen electrodes. The electrical-potential-difference loss from liquid junction potential is slight. These hydrogen electrodes are the same types as what is used in a typical fuel cell. Such an electrode is available from various firms, such as Massachusetts and GINER of Waltham. As for two inter-electrode decollators, it is desirable that they are cation-exchange diaphragms, such as a lei par (Raipore) diaphragm offered by the RAI research company of Nafion (Nafion) offered by Du Pont of Delaware Wilmington or New York State Hauppauge. A cation diaphragm is not a base side, a salt is centralized on an acid side, and it is quite difficult to dissolve in here. Before enough phosphoric-acid anions permeate through a diaphragm and precipitate to a base side, the data which a closed system shows was possible for the recharge for about two years are obtained. Of course, when supplied instead of the recharge of it being carried out, a water solution is discharged completely, it permutes by the new liquid, and deposition of the salt by the side of a base is few. Another electrode suitable for the use in this invention contains the electrode which contains a hydrogen ion as a part of those



reactions.

[0019] The hydrogen electrode of the fuel cell type used in the same mode as this invention will come for 14 years, and is known, and 10,000 or more deep discharge cycles are attained, without degrading a property. Except for the pump of two usual types, since it is passive, this system is considered to have a long life as compared with the short life of another dc-battery considered [ as opposed to / again / an electric vehicle life ] by other parts of a system. The differential pressure force of two liquids must be able to be maintained by several pound (psi) per 1 square inch. On count, it is shown that pumping pressure force descent is only about 2 psi(s) (14K pascal). The osmotic pressure of the liquid to the inside of the hole structure of the hydrophobicity of a fuel cell electrode is fully measured by upper 13psi(s) (190kPa) from the calculated pressure drawdown.

[0020] The acid electrolyte working [ of a power system ] and in a container 10 is sent with a pump into the concentration power cel 14 through Rhine 18 with a pump 16. The base electrolyte from a container 12 is sent with a pump with a pump 22 through Rhine 28 at coincidence into a cel 14. An acid and a base are partially consumed during each period when a large number have passed the cel 14, in order to form the power supplied to the electric vehicle motor 24. It is generated in an acid side and recycling of the hydrogen gas is carried out to the base side by which it is consumed through Rhine 26, 30, 34, and 39. The acid solution consumed partially is removed from a cel through Rhine 26. The base solution consumed partially is removed from a concentration flow cel through Rhine 20. The whole of the tooth space above the solution level 11 and 13 and Rhine 30 thru/or 40 is filled up with hydrogen. The acid solution and hydrogen in Rhine 26 are mutually separated easily in an acid electrolyte container.

[0021] To the cel design shown in drawing 2, this mixture of an acid and hydrogen gas is characteristic, and is explained below. The bulb 41 is formed for addition of the beginning of the hydrogen in Rhine 30 thru/or 40. The pressure gage 44 is formed in order to supervise an equal pressure in an acid, a base, and hydrogen Rhine.

[0022] Bulbs 70 and 72 are used in order to empty [ restoration or ] an acid and a base container. A bulb 42 is used in order to exhaust the inside of a system to a vacuum first. An acid and base Rhine 26 and 20 return the acid and base which were partially consumed by each of those containers for continuous circulation until a solution is consumed completely, as set by the above-mentioned formula (3). Rhine 39 is a hydrogen access line to the channel 50 in drawing 2, Rhine 39 functions as an access line to the anode plate channel 80 again, and, on the other hand, Rhine 40 functions as a hydrogen access line to the acid cathode channel 81 in the cel design shown in drawing 4. The access line 40 is unnecessary in the cel design shown in drawing 2 and 3. Since hydrogen is directly moved through a diaphragm so that each Rhine 39 and Rhine 40 to channels 58 and 56 may be explained below to the cel design of drawing 3, it is option-like.

[0023] Since hydrogen must be supplied to the acid side of a cel at the time of charge, the cel design shown in drawing 2 is used only as a discharge cel. However, flow is changed, and when delivery and a pump 16 send [ a pump 22 ] an acid for a base with a pump through Rhine 28 through Rhine 18 with a pump, the design of drawing 2 can be used to both charge and discharge. In order that the mixture of an acid and a base may generate too much heat, attention must be paid to discharging a cel completely before changing flow. This problem is not in the cel design shown in drawing 3 and 4, and a recharge can be performed only by combining charging equipment, without changing a system function at all. This is similar to mere charge of the usual dc-battery system.

[0024] When many cels have been arranged in a pie porous tuck to the cel design of drawing 4, the cathode electrode 84 and the current collection screen 91 contact on the anode plate 82 of the following cel, and it is important for hydrogen to cross the gas spacing 81 and to be moved to an anode plate. When it states strictly, it is needed in order that only two edge cels in a stack may connect with Rhine 39, 34, and 40. However, in order to maintain all the channels 80 and 81 to equilibrium at the same hydrogen pressure, it is effective to leave all the hydrogen gas channels connected through the small single manifold. : whose approach alternative to connecting a hydrogen channel to a common manifold in each cel of a cel stack is as follows -- or [ carrying out the recharge of the sometimes consumed electrolyte ] -- or before discharging, a power cel is discharged and is re-filled up with hydrogen from a very small hydrogen are recording cylinder. The late hydrogen leakage from a system is not avoided, but such hydrogen sometimes needs to be supplied. Such a hydrogen supply approach is applicable to both cel design shown in drawing 3 and drawing 4. In a large system, it is thought that many acids and base are recording tanks are used. Water and Na<sup>+</sup> which pass along a diaphragm during such discharge The amount of base solutions decreases for migration, and the tank of a :a. reserve with increment sushi and three selections effective [ the consumed amount of acid solutions ] is formed for the consumed acid.;



b. If many acids and base tanks are used and a base tank becomes empty, it will be automatically supplied by the bulb all over an acid circulation line.;

c. An are recording tank is maintained by the temperature gradient, or a temperature gradient makes the diaphragm migration late so that water may be distilled by the base through Rhine 34 from an acid.

[0025] Since another, effective description of this invention is the simplified heat control to this system, an option (c) is desirable. The heat control of the dc-battery of high power flux density by which the stack was carried out closely is a serious problem. A fluid is transported with a pump between power cels, and a power cel is abbreviation. Especially the thing operated most efficiently at 110 thru/or 120 \*\* is effective. A fluid moves heat to a container are recording tank from a power cel stack. The outside field of these tanks can be used by giving air quenching on the front face of a tank etc. for heat leakage. Therefore, in order to promote preservation of the water in a base tank, it becomes possible to maintain acid vat to temperature somewhat higher than a base tank. At the time of charge, a temperature gradient can be reversed, when sodium ion and water move to a base from an acid. It depends for the relative amount of the water which moves through a diaphragm on the type of the diaphragm used, and other physical factors at altitude. therefore, above both -- being used together are desirable instantiation-conditions, in order that a method (b) and (c) may make a system characteristic max and may make min the excessive amount of are recording tanks.

[0026] Reference of drawing 2 gives the still more detailed schematic diagram of a cel 14. A cel 14 contains the acid electrolyte channel 46 into which the acid electrolyte from Rhine 18 in drawing 1 is introduced. The channel into which a base electrolyte is introduced from Rhine 28 is shown by 48. The hydrogen channel which the hydrogen by which recycling is carried out in Rhine 34 passes in a cel is shown by 50. The hydrogen channel 50 and the base channel 48 are separated by the cel anode plate 52. The cathode for cels is arranged 54. Cathode is separated from the base electrolyte by the cation-exchange diaphragm 56. the edge plate of a cel, and a current -- the conductor is shown by 58 and 60. The current collection screens 59 and 61 connect an anode plate 52 and cathode 54 to external current lead wire electrically from the edge plates 58 and 60.

[0027] The detail of the pure cel reaction which a base electrolyte and an acid electrolyte combine through the cation-exchange diaphragm 56 is explained by the above-mentioned formula (1), (2), and (3). The result of the electrochemical reaction between an acid electrolyte and a base electrolyte is generating of the power between the anode plates 52 and cathode 54 which are removed from a system by the electric motor 24 through an external circuit.

[0028] The base electrolytic solution with which it was consumed in the channel 48 is removed, and as shown by the arrow head 62, recycling is carried out to a base container. The consumed acid electrolyte solution which was generated during the cel reaction is removed from a channel 46, as shown by the arrow head 64. It returns to an acid container through Rhine 26. The hydrogen gas generated in the channel 46 is removed from a cel, as shown by the arrow head 64 for migration to the hydrogen circulation line 34 which passes along Rhine 26 again.

[0029] As a specific description of this invention, as long as an acid and a base electrolyte are introduced into a cel, a cel 14 operates so that the electrical and electric equipment may be generated. Therefore, the energy density of a system is governed by the dimension of the acid container 10 and the base container 12 as compared with the dimension of a cel. As for an acid and the base containers 10 and 12, it is desirable to be formed in the limit demanded from a specific automobile as greatly as possible. The acid container of about 45-gallon acid electrolytes, such as a phosphoric acid, may be used combining it with the base electrolyte container which has the capacity of about 45 gallons of base electrolytes, such as a sodium hydroxide, to a small van. To such a van, overall energy densities are about 95W per kg, and time amount (wh/kg), and are abbreviation. It must have the mileage of 200 miles.

[0030] It is  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  by recycling in each of those acids and a base electrolyte container as the acid and the base solution shown in drawing 1 in the experiment. Saving 91% of those energy through the depth of 91% of discharge is proved. This provides an automobile with the maximum initiation acid and a base electrolyte load. When all the electrolytes are used completely, the acid and the base container are filled with those consumed each solutions. The recharge of the system must be carried out at this time. About the acid container 10, the bulb 70 is formed in order to discharge the acid solution consumed from the container 10. A container 10 is filled up with a new acid electrolyte through a bulb 70 after removal of the consumed acid solution. The process over a base container is the same. The consumed base solution is removed from a container 12 through a bulb 72, and a container 12 is continuously filled up with a new base electrolyte through the same bulb 72. For the combination of a desirable acid electrolyte and base electrolyte, an initiation liquid is abbreviation. They are a phosphoric acid and a sodium hydroxide because of the costs

which are only 200 dols.

[0031] In one desirable example, the acid and base solution which were consumed are removed from a system, and a recharge is carried out later in the charging equipment separated so that they might be changed and returned to an acid and a base electrolyte reusable in a power system. In this example, also while it discharged from the external tank and discharge has arisen, it is possible by filling it up with a new electrolyte to supply a system quickly. As the substitute, the recharge of the power system can be carried out in the original location. This recharge system reverses electrode reaction and reproduces an original acid and an original base electrolyte.

[0032] Although some cel designs in which a recharge is possible exist in the original location as discussed before, the optimal design for both discharge and recharge is shown in drawing 3. At the time of discharge, an acid electrolyte goes into a power cel from a tank 10 in a channel 56, and returns to a tank 10 by the channel 74. Similarly, a base electrolyte goes into a cel from a tank 12 by 58, and returns from the cel outlet 73 to a tank 12. The fuel cell electrode 52 or the isolation construction of 82 and 84 is avoided. As the substitute, direct coupling of the electrodes 63 and 64 is carried out to the cation diaphragm 66 so that the same structure as the thing and the essential target which were used in the solid-state polymer electrolyte fuel cell of the already developed technique may be generated, for example, they are sold from the ballade power-system company (North Vancouver, British Columbia, Canada). The main differences are that the hydrophobic, very small hole 62 is intentionally introduced into a cation diaphragm. Thus, the hydrogen gas generated in cathode can be sent to a direct anode plate, without needing the separation fuel cell electrode structure 52 for outlet Rhine 26 and 34 lists. This design is cheap, and its cel impedance is low, therefore its power flux density is higher than other designs. It is the design which it was developed in the U.S. Pat. No. 4,865,925 specification, and was indicated by the detail, and this patent is owned by these people. The descent of 1psi (7kPa) in the hydrogen pressure force, and 800 mA/cm<sup>2</sup> Abbreviation equal to a current H<sub>2</sub> which passes along a 0.1-micron hole Flow is produced. The hole density of about 1% of void fraction in a diaphragm is enough to maintain such current density. This current density is enough to generate power flux density exceeding what is needed for offering the energy of 95 wh/kg explained first.

[0033] The recharge is the same to the dc-battery of arbitration. That is, the current in a cel is reversed. Electrodes 63 and 64 are H<sub>2</sub>. It flows through a hole 62 from electrodes 63 and 64, and by making a formula (1) and the reaction of (2) reverse by it, it connects with a terminal negative [ of charging equipment ], and forward through the current collection screens 69 and 72 at the edge plate 68 and 71 lists, respectively so that each acid and the base electrolyte containers 10 and 12 may be supplied. Circulation continues until it operates in the same direction as a front, an acid and a base are supplied and pumps 16 and 22 become the original reinforcement and a presentation.

[0034] As mentioned above, especially the design of drawing 4 is appropriate for the pie porous tuck of a cel. As a substitute of the edge plates 88 and 90, the repeated cathode 84 is projected to the hydrogen channel 80 combined by the repeated electric conduction screen 89 and the repeated anode plate. The base inlet port 78 and the outlet 92 are repeated like a diaphragm 86, the acid inlet port 76, and an outlet 94. The hydrogen channel 81 and the electric conduction screen 91 are the units which the hydrogen channel 80 in the cel which adjoined, respectively, and the electric conduction screen 89 repeated. Although it has highest iR descent, this cel does not have a metal plate, and since the number of current collection screens is decreasing, it has the minimum weight.

[0035] the rate of a presentation obtained to the acid which the charge experiment offered the rate of concentration of the base solution with which two-mol water was supplied to one-mol NaOH, and was supplied on the other hand when the phosphoric acid and the sodium-hydroxide system were used as an example -- one-mol NaH<sub>2</sub> PO<sub>4</sub> and one mol H<sub>2</sub> O -- receiving -- three-mol H<sub>3</sub> PO<sub>4</sub> it was . Two-layer cation-exchange diaphragm 906, for example, Nafion of Du Pont (Wilmington and Delaware), Or R1010/CRP-7 of a RAI company (Hauppauge, New York) were used. moreover, the special two-layer diaphragm of an example -- weak acid -- high concentration -- and -- or it can be formed by covering with the very thin film of the Nafion cation-exchange diaphragm ingredient of strong acid the diaphragm of the cation-exchange diaphragm CRP-7 grade by which cross linking was carried out to altitude.

[0036] These reproduced same solution presentations were used when calculating the spark discharge energy consistency of 95 wh/kg to a small van.

[0037] When the fuel cell electrode structure where it became independent like [ in the case of the cathode of the cel of drawing 2 , the cathode for the cels of drawing 3 , and an anode plate ] is not used, direct coupling of the electrode is carried out to the diaphragm by the approach well learned to the person well versed in the solid-state polymer electrolyte fuel cell technique. However, in order to optimize the cathode

property in the cel of the type shown especially in drawing 2 and 3, the special electrode structure of duplex porosity is used and it includes use of the zinc dust in the inside of the cathode filtered in plasma etching of a diaphragm, and the back. These techniques are indicated by the United States patent 07th/No. 839,521 specification (1992 February 21 application).

[0038] All explained various cel designs operate under the same temperature and a flow and pressure requirement. A temperature requirement of operation is [ about ] to the phosphoric acid and sodium-hydroxide system explained first. -It is 20 degrees C thru/or +120 \*\*, and is the very desirable range for an electric vehicle. The concentrated solution explained above remains with the liquid partially to -20 degrees C at least. This liquid range produces another, important property of a heat control system based on use of one side of the electrolyte container are recording tank as heat leakage or a system cooling surface, or another side. The remaining things of a system are thermally separated so that only an are recording tank may be used for heat removal. When the period actuation with a system is suspended, it cools slowly and partial precipitation of a salt generates it. The filter is contained in the tank of the arbitration used for cooling in order to prevent plugging of Rhine which connects the liquid path and power cel, and container are recording tank in a power cel. When a system is suspended, a pump continues operating at a late rate during a certain period so that all the solidified salts may be caught with a filter. The remaining liquids have energy raised in fact. or [ that initiation discharges a system when a system starts again ] -- or even if it is for carrying out a recharge, a system is heated and a salt dissolves it again.

[0039] As for a system pressure, being determined according to the hydrogen pressure force is desirable. this pressure -- some of circumference pressures -- it can be set up over a top, i.e., the range of 15psia(s) (100kPa) thru/or about 50 psia(s) (350kPa).

[0040] The example of this invention is shown below.

[Example 1] The cathode structure of duplex porosity was combined with R1010 diaphragm of a RAI company by which plasma etching was carried out by the approach shown above. The anode plate consisted of fuel cell electrodes in which the porous Teflon offered by GINER of Massachusetts Waltham was prepared by the posterior part. This arrangement of electrode was able to attach the current collection screen and manifold which offer the cel roughly shown in drawing 2 by which the posterior part of an anode plate is exposed to hydrogen, and the anterior part of an anode plate is exposed to a base solution. Then, the cel was attached into the cel test rig shown in drawing 1 . This system included a means to transport hydrogen to an anode plate, from an are recording tank, a circulating pump, and cathode.

[0041] In order to begin a spark test, electrochemistry equipment was discharged through Rhine 32 by the vacuum pump. Then, it was used, in order that a bulb 42 might be closed and a vacuum pump might attract 85% of the weight of a phosphoric acid in acid vat 10, and the 20-mol sodium hydroxide was attracted in the base are recording tank 12. Next, hydrogen was introduced into the system through the bulb 41, and was made into the pressure of 35 thru/or 40psia(s) (242 thru/or 272 kPa). The cel was heated by 75 degrees C and pumps 16 and 22 started it.

[0042] Then, polar measurement (current pair electrical potential difference) was performed about the electrochemistry cel. The result is shown in drawing 5 . Per square centimeter The 140mW (mw/cm<sup>2</sup>) maximum power flux density was obtained at 75 degrees C. In 20 degrees C, the maximum power flux density was 95 mw/cm<sup>2</sup>. 140 mw/cm<sup>2</sup> Maximum electric power It is equal to 580W [ /kg ] cel power flux density. It is based on taking into consideration the pump and shunt loss which were calculated by this conversion, the manifold to the 250-volt bipolar stack for electric vehicles, an edge plate, ohmic contact loss, and the list.

[0043] The result of the depth (DOD) of discharge is shown in Table 1. 100% of DOD is equal to conversion in the pure salt (NaH<sub>2</sub> PO<sub>4</sub>) of all acids. The presentation of the electric vehicle design point of an acid and a base was used. these -- acid [ of 3:1:1 ]: -- salt: -- the acid presentation ratio of the beginning of water, and base [ of 1:2 ]: -- it is the base composition ratio of water.

[0044]

table 1 The depth of discharge and relation of open-circuit voltage to 75 degrees C DOD An electrical potential difference 0 0.94 91 0.86 -- H<sub>3</sub> PO [ as opposed to the diluted solution of an acid and a base in both these electrical potential differences ] 4 : It is in agreement with the theoretical electrical potential difference and the fitness which are predicted from a NaOH presentation pair pH curve. Although it is thought that the fact that the concentrated solution activity effectiveness is similar to dilution activities is accidental, it is not predicted from the HYUKKERU processing to a perfect debye (Debye), i.e., a concentration electrolyte, and especially its extension.

[0045] Then, the charge trial was performed in order to check the capacity which carries out the recharge of

the system. It is sodium phosphate solution  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  which is the cel product which the phosphoric acid and the sodium hydroxide were discharged in order to begin a charge trial, and was mixed, and fully discharged. It formed. Sodium phosphate was returned to the base electrode tank 12. The acid electrolyte tank 10 was the state of the sky. The cel was heated by 75 degrees C. Then, the current was supplied in order to charge a cel. The generated base liquid was collected by the empty tank. The liquid of the generated acid was given so that it might accumulate in an sodium phosphate solution. After the trial, base liquid was discharged and was analyzed by heating-value titration.

[0046] The result of a cel charge trial is shown in Table 2.

table 2 [ ] Cel charge trial The format of a diaphragm Initiation coulomb effectiveness The acid to a salt It can set to 3:1 ratios. Final effectiveness Nafion 906 91 76 Two-layer RAI R1010 79 .... /CRP-7 Two-layer potential efficiency is similar to the discharge data given to drawing 5 at the time of charge. A recharge is pure  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ . It is obtained from a solution and is  $\text{H}_3\text{PO}_4$  of 3:1. :  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  It is made a ratio and this is the basic electric vehicle [ energy density / which was described above ] design point. Sodium-hydroxide reconstruction was 20 molar solution or two mols [ per one-mol sodium hydroxide ] water. It is the design point of the above-mentioned electric vehicle again. Coulomb effectiveness when charge is completed 2/3 is Nafion 906. It was 89% to the diaphragm.

[0047] The result of a spark test shows that substantial electric energy can be acquired from a cel. Furthermore, open-circuit voltage is close to the heat dynamic value predicted to an acid and base neutralization. A charge trial shows that the sodium hydroxide and the phosphoric acid were generated, when a current is supplied to a cel. It is desirable to be used in order for a two-layer diaphragm to choose sodium ion in order to carry out a recharge, and to remove a hydroxyl-group group. Especially this demand to an ion-exchange diaphragm is not necessarily required in the power system a recharge is not predicted to be in the original location, and a recharge empties a container and is performed by filling them with a new electrolyte.

[0048] However, it is also desirable to use the same power cel equipped with the same diaphragm to both charge and discharge, and to have the system which is optimized by both charge and discharge and in which a recharge is possible. It is needed only at the time of charge, it consists of two layers, and a two-layer diaphragm adds cell resistance to a \*\*\*\*\* sake higher-density than the diaphragm by which one of these is used only for discharge to some extent. This effectiveness is RAI of high density, although it is low resistance. CRP-7 diaphragm is used and it can be mitigated by covering it with the thin Nafion film cast on direct CRP-the 7th page. In this case, resistance of a two-layer diaphragm is RAI. Only a few is increased to R1010 diaphragm and a discharge property compromises on min.

[0049] [Example 2] Some open-circuit voltage of an acid was compared by 20 degrees C in the cel. Effectiveness with a low electrical potential difference of 20 degrees C compared with the data reported in Example 1 can be taken into consideration when a cel electrical potential difference must be proportional to the ratio of absolute temperature mostly. Moreover, the effectiveness of the contents of water was measured in both acid and base as effectiveness which added the salt to the acid side. The result is shown in Table 3. Only one used base is a sodium hydroxide ( $\text{NaOH}$ ). The only salt data were obtained to simple salt radical sodium phosphate ( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ ).

[0050]

table 3 [ ] room temperature electrical potential difference Acid: Water: Base Open circuit (electrical potential difference)

Acid Salt (mol) (a mol/liter)

96% sulfuric acid 1:0:0 10 1.70 1:1:0 10 1.35 1:2:0 10 1.2699% trifluoro 1:0:0 20 1.60 methansulfonic acid 1:0:0 10 1.41 1:0:5:0 20 1.43 1:1:0 10 1.2085% orthochromatic phosphoric acid 1:0:0 10 0.77 1:0:0.2 100.77 1:2:0.2 10 A sulfuric acid provides with an electrical potential difference higher than a trifluoro methanesulfon (triflic) acid what it should be [ a thing ] surprised 0.77. The leveling effectiveness of water is clear and an electrical potential difference decreases to 1.26 volts. The advantage which condenses the base is clear to the level (20 mols/(l.)) attained by the recharge in electric vehicle design point level and Example 1 about both triflic one and phosphoric-acid cel. When, as for an electrical potential difference, base concentration is increased in pure TORIFIKKUSERU It increased 0.2 volts. Addition of the water by the side of an acid is 0.2 again. Although only a bolt reduces this electrical potential difference, it is ineffective to add water further in any way (0.2 in a 20-mol base 0.2 in the ten-mol base by which the voltage drop of a bolt and twice as many water as this were added to the acid side comparing with the voltage drop of a bolt). In a phosphoric-acid cel, adding water to an acid side and losing it from a base side has the same concentration effect as a triflic acid.

[0051] It can be admitted that adding the salt of a small amount to a phosphoric-acid side does not reduce an electrical potential difference, and, probably this can be explained by the Debye-Huckel theory of the increment in the activity generated by the salt precipitation effectiveness in the inside of a concentrated solution.

[0052] Although this invention has been explained about a desirable electrolyte pair, this contractor will recognize that an electrolyte of operation and a cell geometrical configuration reach far and wide and are selectable. For example, it is possible to form the salt of fusibility in altitude, and the acid or base of fusibility can be used for the altitude of the arbitration which is stable to hydrogen as an electrolyte. Moreover, like the diaphragm the ion-exchange diaphragm was indicated to be by the U.S. Pat. No. 4,865,925 specification, to hydrogen and a cation, if it is permeability, a still KOMBAKUTO fuel cell geometrical configuration can be used. It should also care about that all various cell designs of this invention are easy to be formed in the "bipolar" stack of an a large number cell. Although the effectiveness of a power system probably falls and the diaphragm is effective only in supply mode, the diaphragm of others like a non-selectivity diaphragm is also usable.

[0053] Although the example of this invention has been explained, this contractor should recognize that various modification, application, and corrections can be made in addition to this, without these passing to mere instantiation and deviating from the technical range of \*\* and this invention. Therefore, this invention is not restricted to the specific example shown here, and is limited only to the attached claim.

---

[Translation done.]

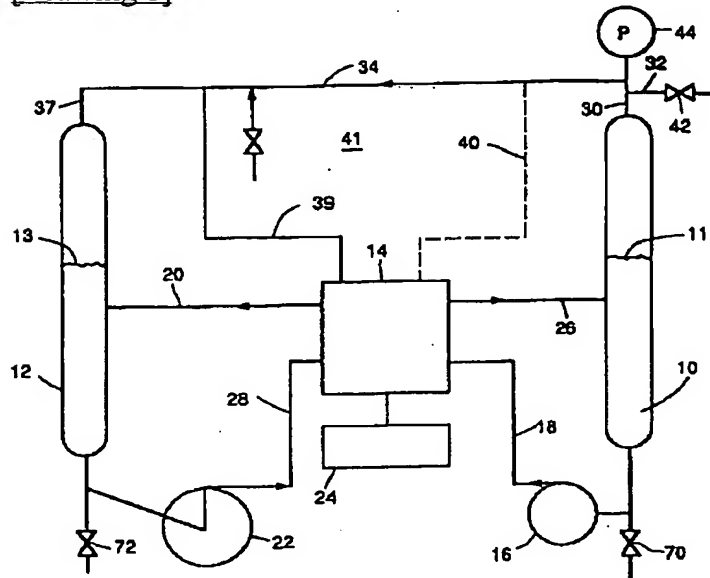
## \* NOTICES \*

JPO and NCIPi are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

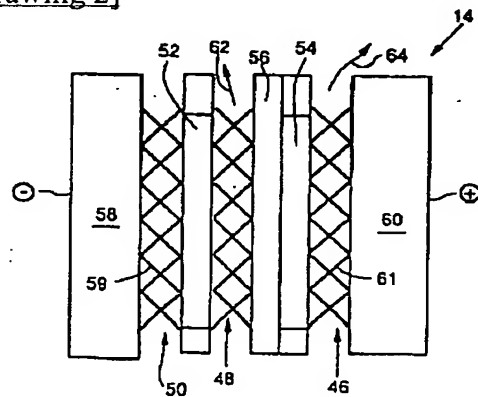
1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

## DRAWINGS

[Drawing 1]

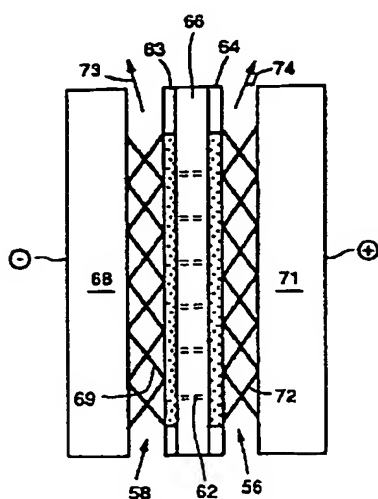


[Drawing 2]

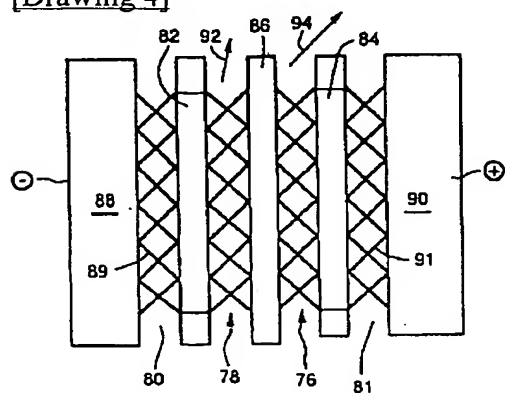


[Drawing 3]

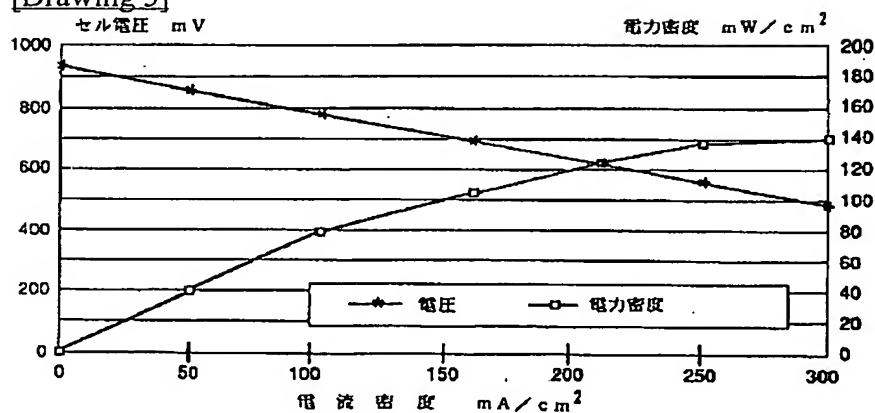




[Drawing 4]



[Drawing 5]



[Translation done.]

# CONCENTRATION CELL OF ACID AND BASE FOR GENERATING ELECTRIC POWER

Patent number: JP6318470  
Publication date: 1994-11-15  
Inventor: FURANKU EE RUDOUITSUGU  
Applicant: HUGHES AIRCRAFT CO  
Classification:  
- International: H01M8/18; H01M8/22; H01M8/18; H01M8/22; (IPC1-7): H01M14/00; H01M8/22; H01M10/36  
- european: H01M8/18C; H01M8/22D  
Application number: JP19940024548 19940222  
Priority number(s): US19930021417 19930222

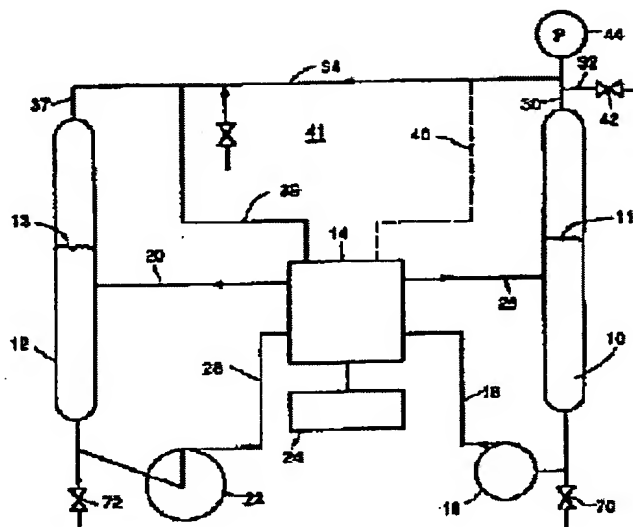
Also published as:

EP0613199 (A1)  
US5304430 (A1)

Report a data error here

## Abstract of JP6318470

**PURPOSE:** To provide a high electric power system which is sufficient for supplying power to a drive coupled motor of an electric vehicle through the use of acid and base by providing an acid electrolyte vessel, containing an acid electrolyte and a basic electrolyte vessel containing a basic electrolyte. **CONSTITUTION:** In an electric power system constituting an acid electrolyte vessel 10 and a basic electrolyte vessel 12, the vessel 10 and 12 are placed outside a power cell 14. An acid electrolyte and a base electrolyte accumulated in the vessels 10 and 12 may be an arbitrary pair of electrolytes, whose concentrated aqueous solution containing their common salt has a melting point of about 0 to 100 deg.C and sufficient acid and basic strength for supplying a cell voltage of about 1 volt. Since this voltage can normally be obtained with respect to a pH difference of around 13 at temperatures of about 100 deg.C, acid and base having a pH difference of 8 to 26 are used. A high power system sufficient for supplying power to a drive coupled moter of an electric vehicle is thereby provided.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-318470

(43)公開日 平成6年(1994)11月15日

(51)IntCl.<sup>5</sup>

識別記号

庁内整理番号

FI

### 技術表示箇所

H O 1 M 14/00

**Z**

8/22

$$Z$$

8821-4K

10/36

A

審査請求 未請求 請求項の数29 OL (全 11 頁)

(21)出願番号

特願平6-24548

(22)出願日

平成6年(1994)2月22日

(31)優先權主張番号 021417

(32)優先日 1993年2月22日

(33)優先權主張国 米国 (U S)

(71)出願人 390039147

ヒューズ・エアクラフト・カンパニー

HUGHES AIRCRAFT COM  
PANY

アメリカ合衆国、カリフォルニア州

90045-0066. ロサンゼルス, ヒューズ・

テラス 7200

(72)発明者 フランク・エー・ルドウィッグ

アメリカ合衆国、カリフォルニア州、ラン

チョ・パロス・バーデス、ホイットリー・

ユリノズ 29443

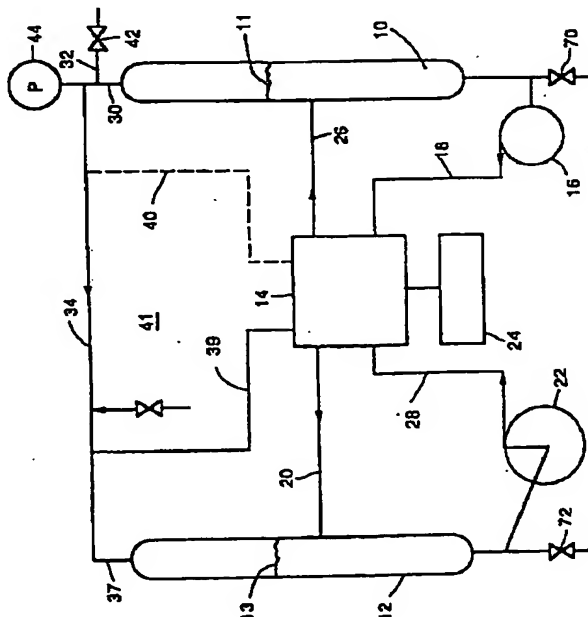
(74)代理人 弁理士 鈴江 武彦

(54)【発明の名称】 電力発生用の酸・塩基濃度セル

(57) 【要約】

【目的】 本発明は、電気自動車に使用できる高電力の電池システムを提供することを目的とする。

【構成】 酸電解質を含む酸電解質容器10と、塩基電解質を含む塩基電解質容器12と、水素イオン濃度電池14とより構成され、電池14は、水素消費陽極を有し塩基電解質を含む陽極室と、水素イオン反応陰極を有し酸電解質を含む陰極室と、陽極室と陰極室との間に配置されたイオン交換隔膜とを備え、さらに電池に対して酸電解質容器10から酸電解質を、塩基電解質容器12から塩基電解質を移送するポンプ16、22と、陰極室から酸溶液容器に消費された酸溶液を移送し、陽極室から塩基溶液容器に消費された塩基溶液を移送する手段26、20と、陰極から陽極に水素ガスを移送する手段と、発生された電力を外部システムに供給する手段とを備えている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 (a) 第1のpHを有する酸電解質を含む酸電解質容器と、

(b) 第2のpHを有する塩基電解質を含む塩基電解質容器であって、第1のpHと第2のpHとの差がセル電圧を生成するのに十分である塩基電解質容器と、

(c) 酸・塩基減極された水素イオン濃度パワーセルであって、(i) 前記塩基電解質を含む陽極室と、(ii) 前記酸電解質を含む陰極室と、(iii) 水素イオンが消費され、水素ガスまたはその他の還元された粒子および消費された酸溶液が前記電力の発生中に前記陰極で生成される前記陰極室内に配置された水素イオン反応陰極と、

(iv) 前記陽極室内に配置された水素消費陽極であって、水素イオンまたはその他の酸化された粒子および消費された塩基溶液が前記電力の発生中に前記陽極で生成され、前記陰極および陽極がそれらの間における電流の発生のために前記セルから外部的に接続可能である水素消費陽極と、(v) 前記陽極室と前記陰極室との間に配置されたイオン交換隔膜と、(vi) 前記酸電解質が前記酸電解質容器から前記陰極室中に導入される酸電解質入口と、(vii) 前記塩基電解質が前記塩基電解質容器から前記陽極室中に導入される塩基電解質入口とを含む濃度パワーセルと、

(d) 前記酸電解質容器から前記酸電解質入口に酸電解質を移送する手段と、

(e) 前記塩基電解質容器から前記塩基電解質入口に塩基電解質を移送する手段と、

(f) 前記陰極室から前記酸溶液容器に消費された酸溶液を移送する手段と、

(g) 前記陽極室から前記塩基溶液容器に消費された塩基溶液を移送する手段と、

(h) 前記陰極から前記陽極に前記水素ガスを移送する手段と、

(i) 前記セルの中で発生された電力を外部システムに供給する手段とを含んでいる電力発生システム。

【請求項2】 第1のpHと第2のpHとの間の前記差は約8乃至26である請求項1記載の電力発生システム。

【請求項3】 前記酸電解質の濃縮された水性溶液、前記塩基電解質およびその共通の塩は約0乃至100℃の融点を有する請求項1記載の電力発生システム。

【請求項4】 前記イオン交換隔膜は弱酸、高濃度または高度に交差リンクされた陽イオン交換隔膜および強酸陽イオン交換隔膜より構成された2層陽イオン隔膜からなる請求項1記載の電力発生システム。

【請求項5】 前記塩基電解質が1モルの水酸化ナトリウムに対する2モルの水の比で供給され、前記酸電解質が1モルの $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ および1モルの水に対する3モルのリン酸の比で供給される請求項1記載の電力発生システム。

【請求項6】 さらに前記酸電解質および前記塩基電解

質を再生するように前記パワーセルを再充電する手段を含む請求項1記載の電力発生システム。

【請求項7】 前記消費された酸溶液容器は前記酸電解質容器中に配置され、前記消費された酸溶液は前記パワーセルから酸電解質容器に再循環される請求項1記載の電力発生システム。

【請求項8】 前記消費された塩基溶液容器は前記塩基電解質容器中に配置され、前記消費された塩基溶液は前記パワーセルから塩基電解質容器に再循環される請求項7記載の電力発生システム。

【請求項9】 前記酸電解質容器は前記酸電解質容器中に新しい酸電解質を導入する手段を含んでいる請求項1記載の電力発生システム。

【請求項10】 前記塩基電解質容器は前記塩基電解質容器中に新しい塩基電解質を導入する手段を含んでいる請求項9記載の電力発生システム。

【請求項11】 前記酸電解質容器は前記容器が消費された酸溶液で満たされたときに前記酸電解質容器から消費された酸溶液を除去し、新しい酸電解質を導入する手段を含んでいる請求項7記載の電力発生システム。

【請求項12】 前記塩基電解質容器は前記容器が消費された塩基溶液で満たされたときに前記塩基電解質容器から消費された塩基溶液を除去し、新しい塩基電解質を導入する手段を含んでいる請求項8記載の電力発生システム。

【請求項13】 前記酸電解質容器は前記容器が消費された酸溶液で満たされたときに前記酸電解質容器から消費された酸溶液を除去し、新しい酸電解質を導入する手段を含んでいる請求項12記載の電力発生システム。

【請求項14】 さらに前記酸電解質容器および前記塩基電解質容器を冷却し、それによって前記システムの温度を制御する手段を含んでいる請求項1記載の電力発生システム。

【請求項15】 前記外部システムは電気自動車中に存在する1以上の電気モータを含んでいる請求項1記載の電力発生システム。

【請求項16】 (a) 酸・塩基減極水素イオン濃度パワーセルを設け、このパワーセルは、(i) 塩基電解質を含む陽極室と、(ii) 酸電解質を含む陰極室と、(iii) 前記陰極室内に配置された水素イオン反応陰極であって、水素イオンが消費され、水素ガスまたはその他の還元された粒子および消費された酸溶液が電力の発生中に前記陰極で生成される水素イオン反応陰極と、(iv) 前記陽極室内に配置された水素消費陽極であって、水素イオンまたはその他の酸化された粒子および消費された塩基溶液が前記電力の発生中に前記陽極で生成され、前記陰極および陽極はそれらの間における電流の発生のために前記セルから外部的に接続可能である水素消費陽極と、(v) 前記陽極室と前記陰極室との間に配置されたイオン交換隔膜と、(vi) 前記酸電解質が前記酸電解質

容器から前記陰極室中に導入される酸電解質入口と、(v ii) 前記塩基電解質が前記塩基電解質容器から前記陽極室中に導入される塩基電解質入口とを備えており、

(b) 前記酸電解質容器から前記パワーセルに酸電解質を導入し、

(c) 前記塩基電解質容器から前記パワーセルに塩基電解質を導入し、

(d) 電力、消費された酸溶液および消費された塩基溶液を生成するように前記パワーセル中で前記酸および塩基電解質を反応させ、

(e) 前記パワーセルから消費された酸溶液を除去し、

(f) 前記パワーセルから消費された塩基溶液を除去し、

(g) 前記陰極から前記陽極に水素ガスを移動し、

(h) 前記パワーセルから前記外部システムに電力を供給するステップを含んでいる外部システムに電力を供給する方法。

【請求項17】 前記消費された酸溶液は前記酸電解質容器に再循環される請求項16記載の電力供給方法。

【請求項18】 前記消費された塩基溶液は塩基電解質容器に再循環される請求項17記載の電力供給方法。

【請求項19】 前記酸電解質容器が消費された酸溶液で満たされたとき、前記消費された酸溶液は前記酸電解質容器から除去され、新しい酸電解質と置換される請求項17記載の電力供給方法。

【請求項20】 前記除去された消費酸溶液は前記新しい酸電解質および新しい塩基電解質を形成するために電気的に処理される請求項19記載の電力供給方法。

【請求項21】 前記塩基電解質容器が消費された塩基溶液で満たされたとき、前記消費された塩基溶液は前記塩基電解質容器から除去され、新しい塩基電解質と置換される請求項18記載の電力供給方法。

【請求項22】 前記除去された消費された塩基溶液は前記新しい塩基電解質を形成するために電気的に処理される請求項21記載の電力供給方法。

【請求項23】 前記酸電解質容器が消費された酸溶液で満たされたとき、前記消費された酸溶液は前記酸電解質容器から除去され、新しい酸電解質と置換される請求項21記載の電力供給方法。

【請求項24】 前記外部システムは電気自動車中の1以上のモータを含んでいる請求項16記載の電力供給方法。

【請求項25】 前記パワーセルは-20℃乃至+120℃の範囲内の温度で動作する請求項16記載の電力供給方法。

【請求項26】 さらに前記酸電解質および塩基電解質を再生するように前記パワーセルを再充電する請求項16記載の電力供給方法。

【請求項27】 前記濃度パワーセルは陰極室から水素ガスを除去する手段および前記陽極室中に前記水素ガス

を導入する手段を含んでいる請求項1記載の電力発生システム。

【請求項28】 前記濃度パワーセルは複数の積層された水素イオン反応陽極および陰極を含んでいる請求項1記載の電力発生システム。

【請求項29】 前記イオン交換隔膜は前記陰極で生成された水素ガスが前記陰極室から前記隔膜を通して前記陽極室に通過することを可能にする請求項1記載の電力発生システム。

10 【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、一般に特に電気自動車用の電力発生およびこのような自動車中に存在する電気モータに給電するために使用される再充電可能な電力システムに関する。特に、本発明は電気自動車その他の乗物等の外部システムに給電する時に使用するための酸・塩基濃度電池に関するものであって、電池用の酸および塩基電解質は外部タンクに蓄積され、必要に応じて電池に循環される。本発明はまた高いエネルギー密度、高い電力密度、再充電可能なまたは燃料補給可能な電力源が要求される任意の適用に関する。

【0002】

【従来の技術】 電気自動車の設計において主に考えられるのは、バッテリーまたは燃料電池である。電気自動車が実際に有効であるためには、十分なエネルギー密度および電力密度を有するバッテリーまたは燃料電池が開発されることが重要である。バッテリーのエネルギー密度は自動車が再充電の間に駆動されることが可能な範囲または距離を決定する。他方において、電力密度は加速および高速駆動に利用可能な電力を決定する。電気自動車中の駆動連結モータに給電するために使用されるバッテリーまたは燃料電池は高いエネルギー密度および電力密度の両方を有していることが重要である。

【0003】 電気自動車は一般に鉛・酸バッテリーによって給電される。このようなバッテリーは重く、電気自動車に大部分の範囲を提供するために要求される放電の高い深さで使用された場合、比較的制限されたサイクル寿命を有する。放電の高い深さにおいてでも、鉛・酸バッテリーの低いエネルギー密度は小型のバンに約50マイルの範囲しか提供しない。さらに、鉛・酸バッテリーの再充電は、電源に接続されなければならないバッテリー充電装置を要求する比較的緩慢なプロセスである。ナトリウム-硫黄バッテリー等の別の可能性のある電力源が提案されている。しかしながら、このようなバッテリーにおいて使用される材料には、それら自身およびナトリウム-硫黄バッテリーが高温で動作されなければならないという問題がある。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 通常通り再充電されるか、或いは通常のバッテリー再充電システムに依存せず

に迅速に燃料補給されることが出来るバッテリーまたは燃料電池を提供することが望ましい。また、安価で、一般的であり、時代に即し、汚染の恐れがなく、非爆発性、不燃性で化学的に安定した液体を使用して燃料補給することが望ましい。さらに、エネルギー密度および電力密度の両者が、現在の自動車規格によって許容可能な動作特性、すなわち加速、最高速度および範囲を達成するために電気自動車の駆動連結モータに給電するのに十分に高い電力システムを提供することが望ましい。

【0005】本発明のその他の可能な利用方法は、電気自動車の他に2次電池または燃料電池が使用されることが出来る全ての適用を含んでいる。いくつかのこのような利用方法は遠隔地電源、航空機バッテリー、軍用バッテリーおよび利用ピーク電力用の蓄電である。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明によると、バッテリー状の燃料電池のエネルギー密度および電力密度が電気自動車に対して許容可能な加速、速度、寿命および範囲を達成するのに十分である電気自動車中にある1以上の電気モータ等の外部システムに給電する電力システムが提供される。

【0007】本発明は、酸および塩基を使用することによってバッテリーまたは燃料電池用の電力を提供するものであり、これまで実施されていない。本発明は、酸および塩基が外部容器の蓄積装置中にパワーセルから分離して蓄積される酸・塩基減極水素イオン濃度パワーセルに基づいている。電解質は、電気が発生を行うために必要に応じてパワーセルに移動される。パワーセルにおいて発生された部分的に消費される酸溶液および部分的に消費される塩基溶液は、容器を分離するように除去され移動される。すなわち部分的に消費された溶液（以降、消費溶液と呼ぶ）はそれらの各電解質容器に再循環されることが好ましい。全ての酸および塩基電解質が消費されると、パワーセルは新しい電解質で容器を充填することによって補充される。これは2つの方法で実行されることが出来る。（1）消費溶液が電解質容器に再循環して戻されたとき、補充プロセスは最初に容器から消費された溶液を除去し、新しい酸・塩基電解質で蓄積容器を再充填する；（2）パワーセルはバッテリーが外部充電装置によって充電されるのと同じ方法で再充電されることが出来る。消費された溶液は、それらの元の濃度が回復されるまでパワーセルを通して循環される。

【0008】本発明の特徴として、酸・塩基蓄積システム容器の寸法は、自動車に対して所望されるどのような範囲でも提供するように選択されることが出来る。電気自動車の範囲に対する唯一の制限は電解質容器の寸法である。本発明の別の特徴として、外部電解質容器を備えたパワーセルは、単に容器を補充することによって容易に再充電されることが出来る。容器の補充は、それらの各消費された酸および塩基溶液からシステム内の電解質

を電氣的に再充電することによって達成されることが出来る。すなわち消費された酸および塩基溶液はシステムから排出され、容器は新しい電解質で充填されることが出来る。

【0009】消費された溶液がシステムから排出され、容器が新しい電解質で充填されたとき、これらの電解質はいくつかの方法で生成されることが出来る。最初に、ある安価で現在大量に生産される酸、塩基および塩は非常に大量に化学工業において使用されている。リン酸および水酸化ナトリウムは安価であり、大量生産される好ましい酸、塩基の例である。以下の式（3）に示されているようにシステムから排出される結果的な消費された溶液であるリン酸ナトリウムはまた安価な大量生産される塩である。これら3つの化学物質は現在の化学工業において多くの種々の目的に非常に大量に使用されている。各化学物質は低いバルク価格で販売されている。したがって、新しいおよび消費された電解質は基本的な化学工場の現在市場で取り引きされることが可能である。

【0010】新しい電解質の第2のソースは、電氣的な有用グリッドの非ピーク時間での固定パワーセルにおける新しい酸および塩基への消費塩の電氣的な再充電である。これらの固定パワーセルは電気自動車セルに非常に類似している。しかしながら、1つの利点は2つの電力システムが使用された場合、電気自動車パワーセルは電力の放電に対して設計および費用において最適化されることが可能であり、固定パワーセルは再充電に対して設計および費用において最適化されることが出来ることである。

【0011】本発明の上記および多数の別の特徴および付加的な利点は以下の詳細な説明および添付図面を参照することによってさらに良く理解されるであろう。

【0012】

【実施例】図1において、本発明による好ましい実施例の電力システムが概略的に示されている。電力システムは特に電気自動車の駆動連結部で使用される電気モータに給電するための使用に良好に適する。パワーセルの電力密度は自動車に十分な加速を与えるのに十分であり、本発明による外部電解質容器の使用は自動車に十分な範囲を提供するのに必要なエネルギー密度を提供する。

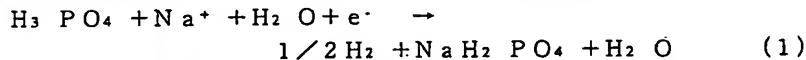
【0013】本発明による電力システムは特に電気自動車の給電時の使用に対して設計されているが、当業者は比較的高い電力密度および比較的高いエネルギー密度を有する再充電可能な電力システムが必要とされる任意の状況においてこの電力システムが有効なことを理解するであろう。したがって、電力システムは電気自動車駆動連結部の一部分として使用される電気モータに関連した使用に限定されず、それはまた高い電力出力が長時間にわたって要求される広範囲の適用において使用されてもよい。

【0014】図1を参照すると、電力システムは酸電解

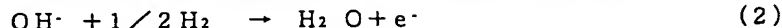


質容器10および塩基電解質容器12を含む。酸電解質容器10および塩基電解質容器12の両者はパワーセル14の外側に配置されている。それらの各容器10および12に蓄積された酸電解質および塩基電解質は、電解質対とそれらの共通した塩との濃縮された水溶液が約0乃至100℃付近の融点を有し、約1ボルトのセル電圧を供給するのに十分な酸および塩基強度を有する任意の電解質対であることができる。この電圧は、通常約100℃の温度で13の付近のpH差に対して得られることが可能である。本発明によると、約8乃至26のpH差を持つ酸および塩基が使用される。一般に、酸電解質はブロンステッド (Bronsted) 酸であり、塩基電解質はブロンステッド塩基である。“ブロンステッド酸”という用語はここにおいて陽子を放出する傾向を特徴とする酸を意味し、“ブロンステッド塩基”という用語は陽子を受取る傾向を特徴とする塩基を意味する。このような酸電解質・塩基電解質対はそれに限定されるものではないが、以下に示されたものを含む：

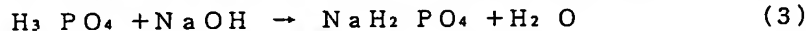
1. リン酸一水酸化ナトリウム、カリウムまたはリチウム
2. 硫酸一水酸化ナトリウム、カリウムまたはリチウム
3. メタンスルホン酸一水酸化ナトリウムまたはカリウム
4. トリフルオロメタンスルホン酸一二塩基性アンモニウムオルソリン酸塩
5. 弗化硼酸一水酸化ナトリウム
6. トリフルオロメタンスルホン酸一水酸化ナトリウム、リチウムまたはカリウム
7. メタンスルホン酸一第3オルソリン酸ナトリウム



陰極で生成された $\text{H}_2$ は、それが消費される陽極に循環



以下の式(3)に示された純粋な反応は酸および塩基が



したがって、一般に陰極において水素イオンは消費され、水素ガスまたはその他の還元された粒子が生成される。一方陽極において水素イオンまたはその他の酸化された粒子が生成される。

【0018】酸は電極において高い $\text{H}^+$ 濃度を提供する。陽極で生成された $\text{H}^+$ は、高濃度の $\text{OH}^-$ と直ぐに反応して水を形成することによって低く維持される。 $\text{H}^+$ 濃度の差は2つの水素電極からセル電圧を提供する。液体接合電位からの電圧損失は僅かである。これらの水素電極は、典型的な燃料電池において使用されるものと同一タイプである。このような電極は、例えばマサチューセッツ州、ウォルサムのG I N E R社等の種々の会社から入手可能である。2つの電極間の分離装置は、デラウェア州ウィルミントンのデュボン社によって提供されるナフィオン (Nafion) またはニューヨーク州Hauppau

8. トリフルオロメタンスルホン酸一エチルアミン

9. トリフルオロメタンスルホン酸一アンモニア

いくつかの場合において、酸の混合物および、または塩基の混合物を使用することが有効である。例えば、酸電解質を形成するためにリン酸および硫酸を混合することによって、或いは塩基電解質を形成するために水酸化ナトリウムおよび水酸化カリウムを混合することによって利点が得られる。ここで使用されている用語“酸電解質”および“塩基電解質”にはこのような混合物が含まれる。

【0015】これらの対は、酸および塩基反応生成物の微分pHおよび熱再生能力において熱電気化学システムの動作に対する酸・塩基対と異なっている。これらの酸・塩基対は約8より上の微分pHを有し、実際に動作される上限再生温度および条件下において熱的に再生不可能である。上記のリストの対のいくつかは低い温度でのみ安定している。例えば、水素は50℃より上の温度で硫酸を還元すると予測される。

【0016】一般に酸および塩基電解質が電気を発生するために使用される熱電気化学システムの動作は、米国特許第4,738,904号明細書および第4,810,596号明細書に詳細に記載されており、両特許は本出願人によって所有されている。これら2つの特許明細書の内容はこの明細書において他の特許および参考文献と共に参照されている。

【0017】全ての酸・塩基対の反応は、リン酸一水酸化ナトリウムの例によって代表される。電極における電気化学反応は、以下の式(1)および(2)で示される。陰極において：

される。陽極では：

反応して塩を生成することを示す：

geのRA I リサーチ社によって提供されるレイパー (Raipore) 隔膜等の陽イオン交換隔膜であることが好ましい。陽イオン隔膜は、塩基側でなく酸側に塩を集中させ、ここにおいてそれはかなり溶解困難である。十分なリン酸陰イオンが隔膜を通して浸透して塩基側に沈殿する前に閉システムが約2年間再充電可能であったことを示すデータが得られている。もちろん、それが再充電される代りに補給される時に、水溶液は完全に排出され、新しい液体と置換され、塩基側の塩の堆積は僅かである。本発明における使用に適した別の電極は、それらの反応の一部として水素イオンを含む電極を含む。

【0019】本発明と同様のモードで使用される燃料電池タイプの水素電極は、14年来知られており、特性を劣化させずに10,000以上の深い放電サイクルを達成している。システムの他の部分は2つの通常のタイプのポンプ

を除いて受動的であるため、このシステムはまた電気自動車寿命に対して考えられる別のバッテリーの短い寿命に比較して長い寿命を有すると考えられる。2つの液体の差圧力は1平方インチ当り数ポンド(psi)に維持されることができなければならない。計算上ではポンプ圧力降下が約2psi(14キロパスカル)に過ぎないことが示されている。燃料電池電極の疎水性の孔構造中への液体の浸透圧は、計算された圧力降下より十分に上の13psi(190kPa)で測定されている。

【0020】パワーシステムの動作中、容器10中の酸電解質はポンプ16によってライン18を通して濃度パワーセル14中にポンプで送られる。同時に、容器12からの塩基電解質はセル14中にライン28を介してポンプ22によってポンプで送られる。酸および塩基は、電気自動車モータ24に供給される電力を形成するためにセル14を多数の通過している各期間中に部分的に消費される。水素ガスは酸側で発生され、ライン26、30、34および39を通してそれが消費される塩基側に再循環される。部分的に消費された酸溶液はセルからライン26を通して除去される。部分的に消費された塩基溶液は濃度流動セルからライン20

を通して除去される。溶液レベル11および13より上のスペースおよびライン30乃至40は全て水素で充填される。ライン26中の酸溶液および水素は、酸電解質容器において互いに容易に分離される。

【0021】酸および水素ガスのこの混合物は図2に示されたセル設計に対して特有であり、以下において説明する。バルブ41はライン30乃至40内における水素の最初の付加のために設けられている。圧力ゲージ44は、酸、塩基および水素ラインにおいて等しい圧力を監視するために設けられている。

【0022】バルブ70および72は、酸および塩基容器を充填または空にするために使用される。バルブ42は、システム内を最初に真空中に排気するために使用される。酸および塩基ライン26および20は、上記の式(3)によって定められたように溶液が完全に消費されるまで連続的な循環のためにそれらの各容器に部分的に消費された酸および塩基を戻す。ライン39は図2中のチャンネル50への水素アクセスラインであり、ライン39はまた陽極チャンネル80へのアクセスラインとして機能し、一方ライン40は図4に示されたセル設計における酸陰極チャンネル81への水素アクセスラインとして機能する。アクセスライン40は、図2および3に示されたセル設計において不要である。図3のセル設計に対して、チャンネル58および56への各ライン39およびライン40は、以下説明するように水素が隔膜を通して直接移動されるため任意選択的である。

【0023】図2に示されたセル設計は、水素が充電時にセルの酸側に供給されなければならないため放電セルとしてのみ使用される。しかしながら、流れが切替えられて、ポンプ22がライン18を通して塩基をポンプで送

り、ポンプ16がライン28を通して酸をポンプで送る場合、充電および放電の両者に対して図2の設計が使用されることができる。酸および塩基の混合物が過度の熱を生成するため、流れを切替える前にセルを完全に排出するのに注意が払われなければならない。この問題は図3および4に示されたセル設計にはなく、充電装置を結合するだけで何等システム機能を変えずに再充電が行なわれることができる。これは、通常のバッテリーシステムの単なる充電に類似している。

【0024】図4のセル設計に対して、パイボースタック中に多数のセルを配置した場合、陰極電極84および電流収集スクリーン91は次のセルの陽極82上に接触し、水素はガス間隔81を横切って陽極に移動されることが重要である。厳密に述べると、スタック中の2つの端部セルだけがライン39、34および40に接続するために必要とされる。しかしながら、全てのチャンネル80および81を同じ水素圧に平衡状態に維持しておくために小さい単一のマニフォールドを通して接続された全ての水素ガスチャンネルを残すことが有効である。セルスタックの各セルにおいて水素チャンネルを共通のマニフォールドに接続する代わりに方法は以下の通りである：時々消費された電解質を再充電するかまたは排出する前に、パワーセルは排出され、非常に小さい水素蓄積シリンダから水素で再充填される。システムからの遅い水素漏洩は避けられず、このような水素の補給は時々必要である。このような水素補給方法は、図3および図4に示された両セル設計に適用可能である。大きいシステムにおいて、多数の酸および塩基蓄積タンクが使用されると考えられる。このような放電中、隔膜を通る水およびNa<sup>+</sup>の移動のために塩基溶液量は減少し、消費された酸溶液量は増加すし、3つの選択が有効である：

- 予備のタンクは消費された酸のために設けられる；
- 多数の酸および塩基タンクが使用され、塩基タンクが空になると、それは酸循環ライン中に自動的にバルブで供給される；
- 蓄積タンクは、水が酸から塩基にライン34を通して蒸留されるように温度差に維持されるか、或いは温度差によってその隔膜移動を遅くされる。

【0025】別の方法(c)は、本発明の別の有効な特徴がこのシステムに対する簡単化された熱管理であるため好ましい。緊密にスタックされた高電力密度のバッテリーの熱管理は重大な問題である。流体がパワーセルとの間でポンプで移送され、パワーセルが約110乃至120℃で最も効率的に動作されることは特に有効である。流体はパワーセルスタックから容器蓄積タンクへ熱を移動する。これらのタンクの外側領域は、タンク表面の空気冷却を与える等によって熱放散のために使用されることができる。したがって、塩基タンクにおける水の保存を促進するために酸タンクを塩基タンクよりも少し高い温度に維持することが可能になる。充電時、温度差は、ナ

トリウムイオンおよび水が酸から塩基に移動したときに反転されることができる。隔膜を通して移動する水の相対的な量は、使用される隔膜のタイプおよびその他の物理的な要因に高度に依存している。したがって、上記の両方法(b)および(c)がシステム特性を最大にし、余分の蓄積タンク量を最小にするために一緒に使用されることは好ましい例示的条件である。

【0026】図2を参照すると、セル14のさらに詳細な概略図が与えられている。セル14は図1中のライン18からの酸電解質が導入される酸電解質チャンネル46を含む。塩基電解質がライン28から導入されるチャンネルは48で示されている。ライン34で再循環される水素がセル中に通過する水素チャンネルは50で示されている。水素チャンネル50および塩基チャンネル48はセル陽極52によって分離されている。セル用の陰極は54に配置されている。陰極は、陽イオン交換隔膜56によって塩基電解質から分離されている。セルの端部プレートおよび電流導体は、58および60で示されている。電流収集スクリーン59および61は、端部プレート58および60から外部電流導線に陽極52および陰極54を電気的に接続する。

【0027】塩基電解質および酸電解質が陽イオン交換隔膜56を介して結合する純粋なセル反応の詳細は、上記の式(1)、(2)および(3)によって説明される。酸電解質と塩基電解質との間の電気化学反応の結果は、システムから外部回路を通して電気モータ24に除去される陽極52と陰極54との間における電力の発生である。

【0028】チャンネル48中の消費された塩基電解質溶液は除去され、矢印62によって示されたように塩基容器に再循環される。セル反応中に発生された消費された酸電解質溶液は、矢印64によって示されたようにチャンネル46から除去される。それは酸容器にライン26を通して復帰される。チャンネル46において発生された水素ガスはまたライン26を通る水素循環ライン34への移動のために矢印64によって示されるようにセルから除去される。

【0029】本発明の特定の特徴として、セル14は酸および塩基電解質がセル中に導入される限り電気を発生するように動作される。したがって、システムのエネルギー密度はセルの寸法に比較して酸容器10および塩基容器12の寸法によって支配される。酸および塩基容器10および12は、特定の自動車に対して要求される制限内においてできるだけ大きく形成されることが好ましい。リン酸等の45ガロン程度の酸電解質の酸容器は、小さいバンに対して水酸化ナトリウム等の塩基電解質の45ガロン程度の容量を有する塩基電解質容器と組合わせられて使用されてもよい。このようなバンに対して、全体的なエネルギー密度は1キログラム当たり約95ワット・時間(wh/kg)であり、約200マイルの走行距離を有していなければならない。

【0030】実験において、酸および塩基溶液は図1に示されたようなそれらの各酸および塩基電解質容器に再

循環することによって $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ への91%の放電の深さを通してそれらのエネルギーの91%を保存することが証明されている。これは最大開始酸および塩基電解質負荷を自動車に提供する。全ての電解質が完全に使用されたとき、酸および塩基容器はそれらの各消費された溶液で満たされている。この時点でシステムは再充電されなければならない。酸容器10に関して、バルブ70は容器10から消費された酸溶液を排出するために設けられている。消費された酸溶液の除去後、容器10はバルブ70を通して新しい酸電解質で充填される。塩基容器に対する過程は同じである。消費された塩基溶液はバルブ72を通して容器12から除去され、続いて容器12が同じバルブ72を通して新しい塩基電解質で充填される。好ましい酸電解質・塩基電解質の組合せは、開始液体が約200ドルに過ぎない費用のためにリン酸および水酸化ナトリウムである。

【0031】好ましい1実施例において、消費された酸および塩基溶液はシステムから除去され、パワーシステムにおいて再利用されることができる酸および塩基電解質にそれらを変換して戻すように分離した充電装置において後で再充電される。この実施例において、外部タンクから排出し、排出が生じている間でも新しい電解質でそれを充填することによってシステムを迅速に補給することが可能である。その代わりとして、元の位置でパワーシステムを再充電することができる。この再充電システムは電極反応を反転し、元の酸および塩基電解質を再生する。

【0032】前に論じられたように、元の位置で再充電可能ないくつかのセル設計が存在しているが、放電および再充電の両者に最適な設計は図3に示されている。放電時、酸電解質はチャンネル56においてタンク10からパワーセルに入り、チャンネル74でタンク10に戻る。同様に、塩基電解質は58でタンク12からセルに入り、セル出口73からタンク12に戻る。燃料電池電極52または82および84の分離構造は避けられる。その代わりとして、電極63および64はすでに開発された技術の固体ポリマー電解質燃料電池において使用されたものと本質的に同じ構造を生成するように陽イオン隔膜66に直接結合され、例えばバラーダパワーシステム社(North Vancouver, British Columbia, Canada)から販売されている。主な差は、非常に小さい疎水性の孔62が陽イオン隔膜中に意図的に導入されることである。このようにして陰極で生成された水素ガスは、出口ライン26および34並びに分離燃料電池電極構造52を必要とせずに直接陽極に送られることができる。この設計は安価であり、セルインピーダンスが低く、したがってその他の設計より電力密度が高い。それが米国特許第4,865,925号明細書において展開され詳細に記載された設計であり、この特許は本出願人によって所有されている。水素圧力における1psi(7kPa)の降下は、800mA/cm<sup>2</sup>の電流に等し

い約 0.1 ミクロンの孔を通る  $H_2$  の流れを生じさせる。隔膜における約 1 % のポイド率の孔密度はこのような電流密度を維持するのに十分である。この電流密度は、最初に説明された  $95 \text{ Wh/kg}$  のエネルギーを提供するのに必要とされるものを越えて電力密度を生成するのに十分である。

【0033】再充電は任意のバッテリーに対して同じである。すなわちセル中の電流が反転される。電極63および64は、 $H_2$  が電極63、64から孔62を通して流れ、それによって式(1)および(2)の反応を逆にするように各酸および塩基電解質容器10および12を補給するように端部プレート68および71並びに電流収集スクリーン69および72を通して充電装置の負および正の端子にそれぞれそれぞれ接続される。ポンプ16および22は前と同じ方向において動作し、酸および塩基が補給されて元の強度および組成になるまで循環が連続する。

【0034】上記のように、図4の設計は特にセルのバイポーラスタックに適切である。端部プレート88および90の代りとして、反復した陰極84は反復した導電スクリーン89および反復した陽極によって結合されている水素チャンネル80に対して突出している。塩基入口78および出口92は隔膜86、酸入口76および出口94と同様に反復している。水素チャンネル81および導電スクリーン91はそれぞれ隣接したセル中の水素チャンネル80および導電スクリーン89の反復したユニットである。このセルは最も高い  $iR$  降下を有しているが、金属プレートがなく、電流収集スクリーン数が減少されているため最小の重量を持つ。

【0035】リン酸・水酸化ナトリウムシステムを一例として使用すると、充電実験は1モルの  $NaOH$  に対して2モルの水の補給された塩基溶液の濃度率を提供し、一方補給された酸に対して得られた組成率は1モルの  $NaH_2PO_4$  および1モルの  $H_2O$  に対して3モルの  $H_3PO_4$  であった。2層陽イオン交換隔膜、例えばデュポン社(Wilmington, Delaware)のナフィオン906またはRAI社(Huppauge, New York)のR1010/CRP-7が使用された。また特別な例の2層隔膜は、弱酸で高濃度および、または高度に交差結合された陽イオン交換隔膜CRP-7等の隔膜を強酸のナフィオン陽イオン交換隔膜材料の非常に薄い膜で被覆することによって形成されることができ

【0036】これらの同じ再生された溶液組成は、小さいバンに対する  $95 \text{ Wh/kg}$  の放電エネルギー密度を計算する時に使用された。

【0037】図2のセルの陰極および図3のセル用の陰極および陽極の場合のように自立した燃料電池電極構造が使用されない場合、電極は固体ポリマー電解質燃料電池技術に精通した者に良く知られている方法によって隔膜に直接結合されている。しかしながら、特に図2および3に示されたタイプのセル中の陰極特性を最適化する

ために、特別な二重多孔性の電極構造が使用され、それは隔膜のプラズマエッチングおよび後に濾過される陰極中での亜鉛塵の使用を含んでいる。これらの技術は、米国特許第07/839,521号明細書(1992年2月21日出願)に記載されている。

【0038】説明されてきた種々のセル設計は、全て同じ温度および圧力条件下で動作する。最初に説明されたリン酸・水酸化ナトリウムシステムに対して、動作の温度範囲はほぼ  $-20^\circ\text{C}$  乃至  $+120^\circ\text{C}$  であり、電気自動車にとって非常に好ましい範囲である。上記に説明された濃縮溶液は少なくとも  $-20^\circ\text{C}$  まで部分的に液体で残っている。この液体範囲は、熱放散またはシステム冷却面としての電解質容器蓄積タンク的一方または他方の使用に基づく熱管理システムの別の重要な特性を生じさせる。システムの残りのものは、蓄積タンクだけが熱除去のために使用されるように熱的に分離されている。システムがある期間動作を停止された場合、それはゆっくり冷却し、塩の部分的な沈殿が発生する。パワーセル中の液体通路およびパワーセルと容器蓄積タンクとを接続するラインの詰まりを阻止するために、フィルタが冷却に使用される任意のタンクに含まれている。システムが停止された場合、ポンプは凝固した塩が全てフィルタによって捕捉されるようにある期間中遅い速度で動作し続ける。残りの液体は実際にはエネルギーを高められる。システムが再度スタートされたとき、開始がシステムを放電するか或は再充電するためであっても、システムは加熱し、塩が再度溶解する。

【0039】システム圧力は、水素圧力によって決定されることが好ましい。この圧力は周辺圧力の少し上すなわち  $15 \text{ psia}$  ( $100 \text{ kPa}$ ) 乃至約  $50 \text{ psia}$  ( $350 \text{ kPa}$ ) の範囲にわたって設定されることができ

【0040】本発明の実施例を以下に示す。

【例1】二重多孔性の陰極構造は、上記に示された方法によってプラズマエッチングされたRAI社のR1010隔膜に結合された。陽極はマサチューセッツ州ウォルサムのGINEER社によって提供される有孔性のテフロンを後部に設けられた燃料電池電極から構成された。この電極装置は、水素に陽極の後部がさらされ、塩基溶液に陽極の前部がさらされる図2に概略的に示されているセルを提供する電流収集スクリーンおよびマニフォールドを取付けられた。その後、セルは図1に示されたセル試験ループ中に取付けられた。このシステムは蓄積タンク、循環ポンプおよび陰極から陽極に水素を移送する手段を含んでいた。

【0041】放電試験を始めるために、真空ポンプによって電気化学装置はライン32を通して排出された。その後、バルブ42は閉じられ、真空ポンプが85重量%のリン酸を酸タンク10中に吸引するために使用され、20モルの水酸化ナトリウムは塩基蓄積タンク12中に吸引された。次に、水素はバルブ41を通してシステム中に導入され35

乃至40 p s i a ( 242乃至272 k P a ) の圧力にされた。セルは75℃に加熱され、ポンプ16および22がスタートされた。

【0042】その後、極性測定（電流対電圧）が電気化学セルに関して行われた。結果は図5に示されている。

1平方センチメートル当り 140ミリワット (mw/cm<sup>2</sup>) の最大電力密度が75℃で得られた。20℃において最大電力密度は95mw/cm<sup>2</sup>であった。140mw/cm<sup>2</sup> の最大電力は 580ワット/kgのセル電力密度に等しい。この変換は、250ボルトの電気自動車用のパイポー

10

表1

75℃における放電の深さと開回路電圧の関係

DOD	電圧
0	0.94
91	0.86

これらの両電圧は、酸および塩基の希釈溶液に対するH<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> : NaOH組成対pH曲線から予測される理論的な電圧と良好に一致する。濃縮溶液活動効果は希釈活動に類似しているという事実は偶発的と考えられるが、完全なデバイ (Debye) すなわち濃縮電解質に対するヒュッケル処理およびその延長から特に予測されないものではない。

【0045】その後、システムを再充電する能力を確認するために充電試験が行われた。充電試験を始めるために、リン酸および水酸化ナトリウムは排出され、混合されて十分に放電されたセル生成物であるリン酸ナトリウ

20

ラストックに対するマニフォールド、端部プレート、オーミック接触損失、並びに計算されたポンプおよびシャント損失を考慮することに基づいている。

【0043】放電の深さ (DOD) の結果は、表1に示されている。100%のDODは、全ての酸の純粋な塩 (NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>) への変換に等しい。酸および塩基の電気自動車設計ポイントの組成が使用された。これらは3:1:1の酸:塩:水の最初の酸組成比および1:2の塩基:水の塩基組成比である。

【0044】

ム溶液NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>を形成した。リン酸ナトリウムは塩基電極タンク12に戻された。酸電解質タンク10は空の状態であった。セルは75℃に加熱された。その後、セルを充電するために電流が供給された。生成された塩基液は、空のタンクに収集された。生成された酸の液は、リン酸ナトリウム溶液中に累積するように与えられた。試験後、塩基液は排出されて熱量滴定によって解析された。

【0046】セル充電試験の結果は表2に示されている。

表2

セル充電試験

隔膜の形式	開始クーロン効率	塩に対する酸の 3:1比における 最終的效果
ナフィオン906 2層	91	76
RAI R1010 /CRP-7 2層	79	.....

電圧効率は充電時において図5に与えられた放電データに類似している。再充電は純粋なNaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>の溶液から得られ、3:1のH<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> : NaH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>の比にされ、これは前に述べられたエネルギー密度が基本とする電気自動車設計ポイントである。水酸化ナトリウム再構成は、20モル溶液または1モルの水酸化ナトリウム当り2モルの水であった。それはまた上記の電気自動車の設計ポイントである。充電が2/3終了したときのクーロン効率は、ナフィオン906隔膜に対して89%であった。

【0047】放電試験の結果は、実質的な電力量がセルから得られることができることを示す。さらに、開回路電圧は酸・塩基中和反応に対して予測された熱ダイナミック値に近い。充電試験は、電流がセルに供給されたと

40

き水酸化ナトリウムおよびリン酸が生成されたことを示す。再充電するために、2層隔膜はナトリウムイオンを選択し、水酸基群を除去するために使用されることが好ましい。イオン交換隔膜に対するこの要求は、特に元の位置で再充電が予測されないパワーシステムにおいて必ずしも必要ではなく、再充電は容器を空にし、新しい電解質でそれらを満たすことによって実行される。

【0048】しかしながら、充電および放電の両者に対して同じ隔膜を備えた同じパワーセルを使用して、充電および放電の両者に最適化される再充電可能なシステムを有していることも望ましい。2層隔膜は充電時にのみ必要とされ、それが2つの層から構成され、その一方が放電だけに使用される隔膜より高密度であるためにある程度セル抵抗を付加する。この効果は、低い抵抗

50

であるが高密度のRAI CRP-7隔膜を使用し、薄いナフィオンフィルムキャストで直接CRP-7面上においてそれを被覆することによって軽減されることができる。この場合、2層隔膜の抵抗はRAI R1010隔膜に対して少しだけ増加され、放電特性は最小で妥協される。

【0049】【例2】いくつか酸の開回路電圧が20℃でセル中で比較された。例1において報告されたデータに比較された20℃の低い電圧の効果は、セル電圧が絶対温

度の比にはほぼ比例しなければならないことにより考慮されることができる。また水内容の効果は、酸側に塩を付加した効果として酸および塩基の両者において測定された。表3に結果が示されている。使用されたただ1つの塩基は水酸化ナトリウム(NaOH)である。唯一の塩データは単塩基リン酸ナトリウム( $\text{NaH}_2\text{PO}_4$ )に対して得られた。

【0050】

表3  
室温電圧

酸	酸： 水： 塩 (モル)	塩基 (モル/リットル)	開回路 (電圧)
96%硫酸	1:0:0	10	1.70
	1:1:0	10	1.35
	1:2:0	10	1.26
99%トリフルオロ メタンスルホン酸	1:0:0	20	1.60
	1:0:0	10	1.41
	1:0:5:0	20	1.43
85%オルソリン酸	1:1:0	10	1.20
	1:0:0	10	0.77
	1:0:0.2	10	0.77
	1:2:0.2	10	0.77

驚くべきことに、硫酸はトリフルオロメタンスルホン(トリフリック)酸より高い電圧を提供する。水のレベリング効果は明らかであり、電圧は1.26ボルトに減少する。電気自動車設計ポイントレベルおよび例1において再充電で達成されたレベル(20モル/リットル)に塩基を濃縮しておく利点はトリフリックおよびリン酸セルの両者に関して明らかである。純粋のトリフリックセルでは電圧は塩基濃度の増加されるとき0.2ボルト増加された。酸側への水の付加は再度0.2ボルトだけこの電圧を低下させるが、さらに水を付加することは何等効果がない(20モル塩基での0.2ボルトの電圧降下と、2倍の水が酸側に付加された10モル塩基での0.2ボルトの電圧降下と比較して)。リン酸セルにおいて、酸側に水を付加し、塩基側からそれをなくすることは、トリフリック酸と同じ濃度効果を有する。

【0051】リン酸側に少量の塩を付加することは電圧を低下させないことが認められ、これは濃縮溶液中での塩沈澱効果によって発生させられた活動の増加のデバイ・ヒュッケル理論によって恐らく説明されることができる。

【0052】本発明は好ましい電解質対に関して説明されてきたが、当業者は動作電解質およびセル幾何学形状が広範囲にわたって選択可能であることを認識するであろう。例えば、高度に可溶性の塩を形成することが可能であり、水素に対して安定している任意の高度に可溶性の酸または塩基が電解質として使用されることができ

る。また、イオン交換隔膜が米国特許第4,865,925号明細書に記載された隔膜のように水素および陽イオンに対して透過性であるならば、さらにコンパクトな燃料電池幾何学形状が使用されることができる。本発明の種々のセル設計は全て多数セルの“バイポーラ”スタックに形成され易いことにも留意すべきである。パワーシステムの効率は恐らく低下し、隔膜は補給モードでのみ有効であるが、非選択性隔膜のようなその他の隔膜も使用可能である。

【0053】本発明の実施例を説明してきたが、当業者はこれらが単なる例示に過ぎず、本発明の技術的範囲を逸脱することなくその他種々の変更、適用および修正が行われることができることを認識すべきである。したがって、本発明はここに示された特定の実施例に制限されるものではなく、添付された特許請求の範囲にのみ限定される。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による好ましい実施例の電力システムの概略図。

【図2】本発明の電力システムにおいて使用されるパワーセルの1実施例概略図。

【図3】本発明において使用される好ましい実施例のパワーセルの概略図。

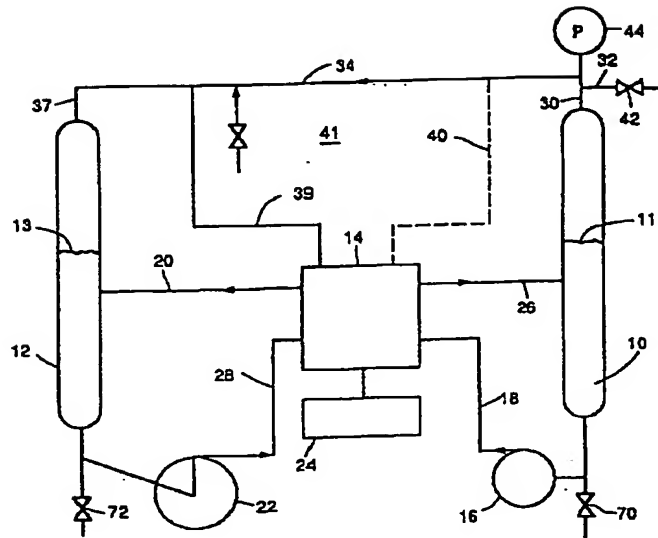
【図4】本発明において使用される別の好ましい実施例のパワーセルの概略図。

【図5】図2および図4に示されたパワーセルに対する

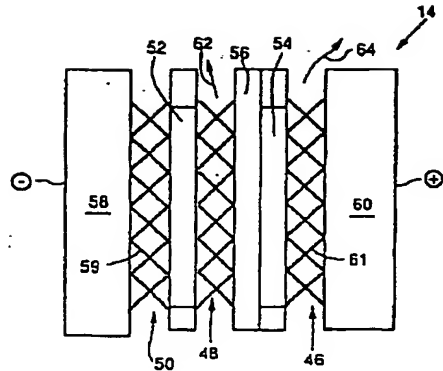


実験的な電圧対電流密度のグラフ。

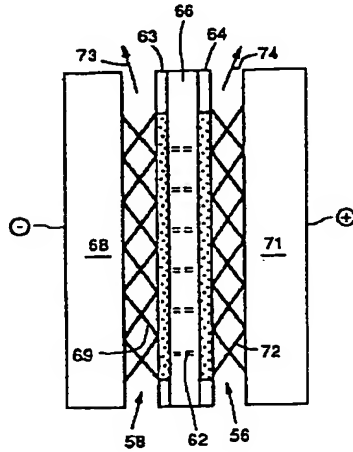
【図1】



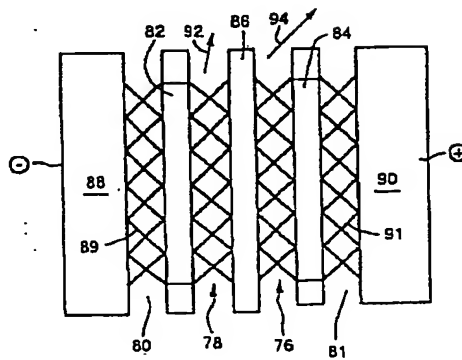
【図2】



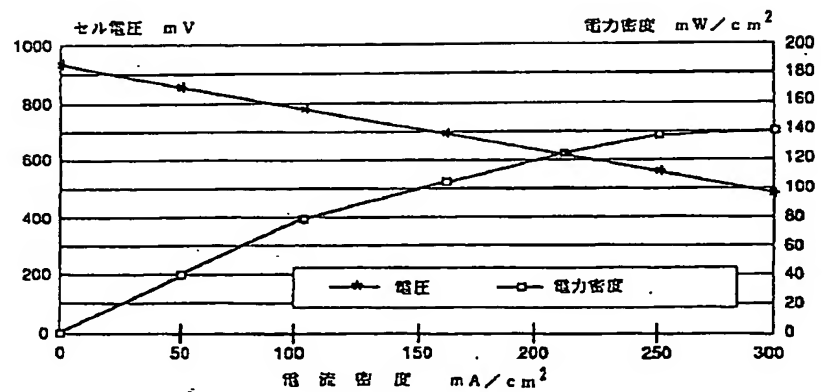
【図3】



【図4】



【図5】



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS

☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES

☒ FADED TEXT OR DRAWING

☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING

☐ SKEWED/SLANTED IMAGES

☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS

☐ GRAY SCALE DOCUMENTS

☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT

☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY

☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**